Carla Cristina Bauermann Brasil
- ORGANIZADORA -

# Alimentos e nutrição:

## Promoção da saúde e equipe multiprofissional 2

Atena Editora
Ano 2023

Carla Cristina Bauermann Brasil
- ORGANIZADORA -

# Alimentos e nutrição:

## Promoção da saúde e equipe multiprofissional 2

Atena Editora
Ano 2023

**Editora chefe**
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
**Editora executiva**
Natalia Oliveira
**Assistente editorial**
Flávia Roberta Barão
**Bibliotecária**
Janaina Ramos
**Projeto gráfico**
Camila Alves de Cremo
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
**Imagens da capa**
iStock
**Edição de arte**
Luiza Alves Batista



CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Alimentos e nutrição: promoção da saúde e equipe multiprofissional 2


**Diagramação:** Luiza Alves Batista
**Correção:** Soellen de Britto
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga
**Revisão:** Os autores
**Organizadora:** Carla Cristina Bauermann Brasil

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

A411 Alimentos e nutrição: promoção da saúde e equipe multiprofissional 2 / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1631-9
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.319231108

1. Alimentos. 2. Nutrição. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 641.3

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

# APRESENTAÇÃO

A presente obra ‘’Alimentos e nutrição: promoção da saúde e equipe multiprofissional 2’’ publicada no formato *e-book*, explana o olhar multidisciplinar da área da saúde. O principal objetivo desse *e-book* foi apresentar de forma categorizada e clara estudos, relatos de caso e revisões desenvolvidas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado aos padrões alimentares; avaliações sensoriais de alimentos, analises físico químicas e microbiológicas, caracterização de alimentos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios, controle de qualidade dos alimentos, segurança alimentar e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos neste volume com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Alimentação, Nutrição, Saúde e seus aspectos. A Nutrição é uma ciência relativamente nova, mas a dimensão de sua importância se traduz na amplitude de áreas com as quais dialoga. Portanto, possuir um material cientifico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra ‘’Alimentos e nutrição: promoção da saúde e equipe multiprofissional 2’’ se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, seja ele um profissional, acadêmico ou apenas um interessado pelo campo da área da saúde, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

SUMÁRIO

# O USO DO BABY-LED WEANING (BLW) COMO MÉTODO DE INTRODUÇÃO ALIMENTAR – REVISÃO DE LITERATURA

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Leila Melissa de Medeiros Braga**
Médica formada pela Universidade Estadual do Ceará

**João Victor da Silveira Alves**
Acadêmico do 5º semestre do Curso de Nutrição da UniAteneu

**RESUMO: Objetivo:** Revisar o que há na literatura sobre baby-led meaning. **Método:** buscas na base de dados MEDLINE/PubMed, documentos oficiais da OMS e Ministério da Saúde em junho de 2023, usando-se as palavras-chave abaixo descritas. **Desenvolvimento:** A prática da introdução alimentar (IA) sempre foi alvo de debate entre profissionais da saúde infantil e dos próprios mães e pais. Recentemente tem sido proposta uma nova forma de IA, defendida pioneiramente por Gill Rapley em seu livro "*Your Baby Can Self-Feed, Too*", no qual refere que crianças saudáveis e que apresentam sinais de prontidão podem ter acesso ao alimento *in natura* sem necessidade de progressão da consistência da dieta e com segurança. **Conclusão:** Embora os estudos atuais demonstrem benefícios promissores a longo prazo e haja tendência **à** aceitação da família e do bebê ao método, ainda há escassez de estudos com evidências robustas dos benefícios e de sua aplicabilidade a todas às famílias.

**PALAVRAS-CHAVE:** BLW, baby-led, introdução alimentar.

## THE USE OF BABY-LED WEANING (BLW) AS METHOD OF FOOD INTRODUCTION – LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT: Objective:** To review what is in the literature on baby-led meaning. **Method:** search in the MEDLINE/PubMed database, official WHO and Ministry of Health documents in June 2023, using the keywords described below. **Development:** The practice of food introduction (FI) has always been the subject of debate between child health professionals and the fathers and mothers themselves. Recently, a new form of AI has been proposed, pioneered by Gill Rapley in his book "Your Baby Can Self-Feed, Too", in which he mentions that healthy children who show signs of readiness can have access to in natura food without the need to progression of diet consistency and safely. **Conclusion:** Although current studies demonstrate promising long-term benefits and there is a

tendency for the family and the baby to accept the method, there is still a shortage of studies with robust evidence of the benefits and its applicability to all families.
**KEYWORDS:** BLW, bay-led, weaning.

## INTRODUÇÃO

O objetivo principal da alimentação durante o primeiro ano de vida é aquisição de nutrientes e aporte energético para o adequado desenvolvimento neuropsicomotor [1] e, secundariamente, mas igualmente importante, a aquisição de habilidades motoras, referentes tanto ao desenvolvimento da estrutura musculoesquelética da face e dos membros superiores (principalmente as mãos), assim como comportamentos alimentares saudáveis.[2], [3].

A Organização Mundial da Saúde, assim como Ministério da Saúde, orienta que, idealmente, o aleitamento materno seja ofertado de forma exclusiva e em livre demanda até os seis meses de vida da criança, sendo contraindicada qualquer outro tipo de alimento ou líquido. A partir desta idade, nos documentos oficiais, está preconizada a introdução de alimentos sólidos, inicialmente pastosos amassados, com evolução progressiva da consistência até atingir o padrão alimentar costumeiro do núcleo familiar no qual esta criança está inserida. [2],[3],[4].

A prática da introdução alimentar (IA) sempre foi alvo de debates entre pediatras, médicos de família, nutricionistas, psicólogos infantis e dos próprios mães e pais. Recentemente tem sido proposta uma nova forma de IA, defendida pioneiramente por Gill Rapley em seu livro "*Your Baby Can Self-Feed, Too*", no qual refere que crianças saudáveis e que apresentam sinais de prontidão podem ter acesso ao alimento *in natura* sem necessidade de progressão da consistência da dieta e com segurança.[5]

Por este método, entende-se que a criança tenha a possa conhecer, na janela de oportunidade, o que está sendo ofertado por seu cuidador, levando sozinha o alimento à boca, devido aquisição de habilidades própria da idade. Com isto, a criança aprenderia sobre consistências, sabores, texturas e cores, fazendo sozinha as associações sobre os alimentos ofertados. [5]

As críticas ao método, apontadas principalmente por profissionais da saúde, giram em torno da segurança real do método e as consequências futuras sobre padrões comportamentais alimentares. De fato, a literatura ainda é escassa, carente de estudos de grande porte. A proposta deste estudo, portanto, é realizar uma revisão de artigos que abordem o BLW na introdução alimentar, descrevendo o que os últimos estudos têm revelado em suas análises, além de avaliar sua segurança segundo as evidências atuais. [6].

## MÉTODO

O presente estudo é uma revisão de literatura, no qual foram avaliados 22 artigos. Durante a pesquisa, foi confirmada escassez do assunto na literatura nacional e internacional. Os artigos foram encontrados na base de dados PubMed/MedLine, além de documentos oficiais do Ministério da Saúde e Organização Mundial da Saúde. As palavras-chaves utilizadas nas buscas foram: BLW, baby-led, introdução alimentar/weaning. Outros termos não se tornaram interessantes, devido vasta literatura sobre nutrição infantil, porém sem utilidade ao objetivo. Critérios de inclusão: documentos oficiais do Ministério da Sáude, da Organização Mundial da Saúde e artigos em inglês. Critérios de exclusão: artigos em outras idiomas, artigos de opinião, relatos de casos. Período de pesquisa: Junho de 2023, por operadores independentes.

## RESULTADOS

Este estudo trata-se de um estudo descritivo. Para sua execução, até o momento, não foram encontrados artigos satisfatórios na base de dados UpToDate, apenas um genérico sobre introdução alimentar e o desenvolvimento datado de 1991. Os demais artigos, num total de 22 são relativamente recentes, datados de 2011 a 2021, alguns são estudos qualitativos, outros são estudos quantitativos, e foram usados como fonte para a elaboração deste através da leitura do material, e aquisição das informações relevantes para o tema.

## O BABY-LED WEANING (BLW) E O BEBÊ

Os estudos têm demonstrado que, a maioria dos bebês que utilizaram o BLW como método de introdução alimentar também foram amamentados de forma exclusiva por suas mães nos primeiros seis meses de vida, ou seja, estas seguiram as recomendações internacionais sobre o aleitamento materno exclusivo até os seis meses. [2],[3]. Além disso, não raramente, o aleitamento manteve-se meses após introdução do método. É possível que o acesso à informação, seja com evidências científicas ou não, tenha influenciado o comportamento destas mães, porém não se sabe a influência do uso do método como forma de manutenção da amamentação. [7],[8],[9].

Estudos posteriores demonstraram que as crianças que utilizaram o BLW como método exclusivo ou principal tiveram maiores chances de comer os mesmos alimentos da família, tanto nos horários das refeições onde todos (ou a maioria) estavam presentes, como nos horários em que a criança era a única a alimentar-se. [10]. Já foi demonstrado que os atos aprendidos por processo de imitação que a criança assume tendem a ser pertinentes até a vida adulta, podendo então o BLW ser uma forma de manter a alimentação saudável a longo prazo para estes indivíduos. [11]. Alimentação saudável

na primeira infância tem, sabidamente, efeito protetor contra obesidade e outras doenças crônicas não infecciosas na vida adulta, tanto por maior tendência à manutenção do comportamento alimentar saudável, tanto por fisiologicamente proteger a funcionalidade adequada do metabolismo nos primeiros dois anos de vida, ainda que alimentos não saudáveis sejam introduzidos após essa idade. [2], [12], [13].

Em relação a qualidade nutricional dos alimentos, as crianças que utilizaram o BLW consumiram mais frutas e vegetais. A introdução de industrializados foi significativamente tardia se comparada às crianças que utilizaram o método tradicional. [6], [14]. Aparentemente, não houve diferença significativa entre o aporte calórico entre os métodos, porém as crianças que utilizaram o BLW tinham IMC mais baixo e tinham peso adequado para a idade, enquanto as do método tradicional tinham IMCs mais altos para a idade. [15]. De fato, outros estudos observaram que as crianças que utilizaram o método por mais de um ano mantiveram a alimentação mais saudável, mais sensíveis a saciedade e tinham menor risco de sobrepeso. [16], [17].

Em relação a segurança do método, sobre a questão dos engasgos, não houve diferença estatística significativa entre o BLW e o método tradicional. As crianças do BLW não se engasgaram mais que as crianças do método tradicional, embora tenham tido mais episódios de GAG, um tipo de reflexo parecido com o do vômito, porém ocorre da seguinte maneira: o alimento que fora mastigado incorretamente e que está na base da língua retorna para boca para ser cuspido ou para ser novamente mastigado e engolido. [11], [9].

O processo de introdução alimentar é um contínuo de aprendizado de habilidades [1]. É imprescindível a integridade estrutural da face, tronco e membros superiores e da maturação neurológica, observadas através dos sinais de prontidão do bebê, fato que ocorre por voltas dos seis meses de vida deste, [8] sendo mantida a clássica recomendação do aleitamento materno exclusivo até os seis meses, e complementado até no mínimo dois anos de idade. [2], [3], [4].

## O BABY-LED WEANING (BLW) E A FAMÍLIA

As famílias que optaram pelo método acreditam que o método seria mais fisiológico e seguro, além de acreditarem que contribui para manutenção da alimentação saudável, desenvolvimento da motricidade das mãos e do desenvolvimento estrutural da face. [18],[19].

Foi demonstrado que os cuidadores das crianças que utilizaram o método eram menos ansiosos nos momentos das refeições, se sentiam satisfeitos com o desenvolvimento da autonomia do bebê e com a otimização do tempo com preparos dos alimentos; referiam aproveitar mais o tempo das refeições em família devido não precisar estar completamente envolvidos no processo de alimentação da criança (juntar o alimento, ofertar na boca, etc),

estando apenas como observador. Além disso, demonstraram confiar mais na criança como protagonista do processo.[16],[20],[21].

As principais queixas das mães foram sujeira e desperdício dos alimentos. Outro fato interessante é que foi descrito que as crianças que foram submetidas ao método eram em sua maioria cuidadas principalmente ou exclusivamente por suas próprias mães, que não retornaram precocemente ao trabalho.[22].

## O BABY-LED WEANING (BLW) E OS PROFISSIONAIS DE SAÚDE

Um estudo inglês de 2012 demonstrou que cerca de 40% dos profissionais de saúde nunca tinham ouvido falar do método e dos que já tinham ouvido falar, boa parte era resistente a ver o método em ação. [6]. Já um estudo canadense de 2016, demonstrou que 80% dos profissionais de saúde da criança já tinham pelo menos ouvido falar e acreditavam nos potenciais benefícios, embora a maioria ainda tenha resistência em recomendá-lo devido medo de sufocamento. Além disso, ainda não há menção do BLW nos documentos oficiais da OMS, nem recomendando nem proibindo. Possivelmente aguarda-se evidências mais robustas a longo prazo para, então, uma recomendação oficial do órgão. [14].

## CONCLUSÃO

Nos últimos anos, tem-se demonstrado que o Baby-led Meaning (BLW) é um método natural, fisiológico e potencialmente seguro, com benefícios promissores a longo prazo. Porém, há escassez de estudos com evidências robustas. Os principais motivos para isto são: ser um método documentado oficialmente muito recentemente; os principais estudos serem em países europeus e da América do Norte, o que pode dificultar a aplicabilidade do método devido as diferenças socioeconômicas entre os países; e os documentos oficiais dos grandes órgãos de saúde mundiais ainda descreverem os métodos tradicionais de introdução alimentar sem menção do BLW com alternativa.

Desta forma, foi notado que a maioria das mães e pais adeptos ao BLW seguem recomendações de sites/redes sociais não oficiais ou de grupos de pais, pois foi notado que os profissionais da saúde adotaram posturas mais conservadoras. A despeito disso, os familiares que passaram pela experiência, quase unanimemente recomendam a utilização.

Ainda é necessário avaliar as consequências a longo prazo da introdução do método, porém até o momento o que se tem demonstrado é uma tendência a aceitação do método por partes das famílias, além de promissores benefícios a médio e longo prazo.

## REFERÊNCIAS


1. Stevenson RD, Allaire JH. **The development of normal feeding and swallowing**. Pediatr Clin North Am. 1991 Dec;38(6):1439-53. doi: 10.1016/s0031-3955(16)38229-3. PMID: 1945550.2

2. Brazil – Ministério da Sáude. **Guia Alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos**. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde; bvsms.saude.gov.br

3. Brazil. Ministério da Saúde. **Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica . Saúde da criança: aleitamento materno e alimentação complementar**. 2. Brasília: Ministério da Saúde; 2015.

4. World Health Organization. **Infant and young feeding: model chapter for medical students and allied health professionals**. Geneva: WHO; 2009.

5. Rapley G, Murkett T. **Baby-led weaning: helping your baby to love good food**. Reino Unido: Vermilion; 2008.

6. Cameron SL, Heath AL, Taylor RW. **Healthcare professionals' and mothers' knowledge of, attitudes to and experiences with, baby-led weaning: a content analysis study**. BMJ Open. 2012;2

7. Brow A, Lee M. **A descriptive study investigating the use and nature of baby-led weaning in a UK sample of mothers**. Matern Child Nutr. 2011;7:3447.

8. Rapley G, Forste R, Cameron S, Brown A, Wright C. **Baby-led weaning a new frontier.** ICAN. 2015;7:7785.

9. Cameron SL, Taylor RW, Heath AL. **Parent-led or baby-led? Associations between complementary feeding practices and health-related behaviours in a survey of New Zealand families.** BMJ Open. 2013;3:e003946

10. Rowan H, Harris C. **Baby-led weaning and the family diet. A pilot study.** Appetite. 2012;58:10469

11. Rapley G. **Baby-led weaning: transitioning to solid foods at the baby's own pace.** Community Pract. 2011;84:203. 32. Rossi A, Moreira EA, Rauen, MS. Determinants of eating behavior: a review focusing on the family. Rev Nutr. 2008;21:73948

12. Rossi A, Moreira EA, Rauen, MS. **Determinants of eating behavior: a review focusing on the family**. Rev Nutr. 2008;21:73948.

13. Silva GA, Costa KA, Giugliane ER**. Infant feeding: beyond the nutritional aspects**. J Pediatr (Rio J). 2016;92:S27

14. D'andrea E, Jenkins K, Mathews M, Roebothan B. **Baby-led weaning: a preliminary investigation.** Can J Diet Pract Res. 2016;77:727

15. Townsend E, Pitchford NJ. **Baby knows best? The impact of weaning style on food preferences and body mass index in early childhood in a casecontrolled sample**. BMJ Open. 2012;2:e000298.

16. Brown A, Lee MD. **Early influences on child satietyresponsiveness: the role of weaning style**. Pediatr Obes. 2015;10:5766.

17. Morison BJ, Taylor RW, Haszard JJ, Schramm CJ, Erickson LW, Fangupo LJ, et al. **How different are babyled weaning and conventional complementary feeding? A cross-sectional study of infants aged 68 months**. BMJ Open. 2016;6:e010665. 21.

18. Araújo CM. **Alimentação complementar e desenvolvimento sensório motor oral [master's thesis]**. Recife (PE): UFPE; 2004. 35.

19. Pires SC. **Influência da duração do aleitamento materno na qualidade da função mastigatória em crianças préescolares [master's thesis].** Porto Alegre (RS): UFRS; 2012.

20. Brown A, Lee M. **Maternal control of child feeding during the weaning period: differences between mothers following a baby-led or standard weaning approach**. Matern Child Health J. 2011;15:126571.

21. Arden MA, Abbott RL. **Experiences of baby-led weaning: trust, control and renegotiation**. Matern Child Nutr. 2015;11:82944.

22. Brown A. **Differences in eating behaviour, well-being and personality between mothers following baby-led vs. traditional weaning styles**. Matern Child Nutr. 2016;12:82637.

# ACEITABILIDADE DO CARDÁPIO PROPOSTO EM UMA ESCOLA PRIVADA DO ESTADO DE ALAGOAS

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Luana Mateus da Silva**
CENTRO UNIVERSITÁRIO CESMAC
Santa Luzia do Norte – Alagoas
https://lattes.cnpq.br/2774480479512181

**Thaiane Oliveira Xavier**
CENTRO UNIVERSITÁRIO CESMAC
Maceió – Alagoas
https://lattes.cnpq.br/0964080211881857

**Fabiana Palmeira Melo Costa**
CENTRO UNIVERSITÁRIO CESMAC
Maceió – Alagoas
http://lattes.cnpq.br/4435744985298617

**RESUMO:** Sabe-se que a infância é a fase de descoberta das tendências comportamentais e nutricionais. É nesse contexto que o ambiente escolar faz-se fundamental para o estímulo e formação de hábitos alimentares saudáveis. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o índice de aceitação e não aceitação do cardápio fornecido em uma escola privada de Maceió/AL. Trata-se de uma pesquisa observacional, transversal, realizada numa escola privada de Maceió- AL, no qual aplicou-se formulários do tipo *check list*, elaborados pelos pesquisadores a respeito da aceitabilidade dos cardápios do almoço oferecido aos alunos de tempo integral. Para a coleta de dados, observou 14 alunos de faixa etária entre 2 a 7 anos. O cardápio do almoço servido durante 5 dias da semana, oferecendo alimentos in natura ou minimamente processados. O índice de aceitabilidade dos escolares em relação ao cardápio mostrou que houve diferença nos resultados de acordo com o tipo de preparação servida. De acordo com dados gerados os dias de maior aceitabilidade foram a terça-feira (71,43%), quarta-feira (73,47%) e sexta-feira (84,52%). Considerando a não aceitação, podemos observar que na segunda-feira (35,71%) e a quinta-feira (31,63%). Dessa forma, pode-se concluir que apesar de ter tido boa aceitação pela maioria os dados obtidos, foi abaixo do que preconiza o FNDE. Sugere-se uma reavaliação de alguns pontos, nos quais podem ser executadas por meio de ações educativas e atividades práticas sobre a importância da educação nutricional nas escolas, promovendo aos alunos e colaboradores a melhor forma de manter uma alimentação saudável no ambiente escolar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aceitabilidade. Cardápio. Alimentação. Ambiente escolar.

## ACCEPTABILITY OF THE PROPOSED MENU IN A PRIVATE SCHOOL IN THE STATE OF ALAGOAS

**ABSTRACT:** It is known that childhood is the discovery phase of behavioral and nutritional trends. It is in this context that the school environment becomes fundamental for the stimulation and formation of healthy eating habits. Therefore, the objective of this study was to evaluate the acceptance and non-acceptance index of the menu provided in a private school in Maceió/AL. This is an observational, cross-sectional study carried out at a private school in Maceió-AL, in which checklist-type forms were applied, prepared by the researchers regarding the acceptability of the lunch menus offered to full-time students. For data collection, 14 students aged between 2 and 7 years were observed. The lunch menu is served 5 days a week, offering fresh or minimally processed foods. The acceptability index of the students in relation to the menu, showed that there was a difference in the results according to the type of preparation served. According to the data generated, the most acceptable days were Tuesday (71.43%), Wednesday (73.47%) and Friday (84.52%). Considering non-acceptance, we can observe that on Monday (35.71%) and Thursday (31.63%). Thus, it can be concluded that despite having been well accepted by most of the data obtained, it was below what the FNDE recommends. A reassessment of some points is suggested, which can be carried out through educational actions and practical activities on the importance of nutritional education in schools, providing students and employees with the best way to maintain a healthy diet in the school environment.

**KEYWORDS:** Acceptability, Menu, Food, School environment.

## 1 I INTRODUÇÃO

A educação alimentar e nutricional (EAN) têm se tornado um elemento importante na promoção da saúde, no contexto escolar compreende-se como valioso para o desenvolvimento de atividades de EAN, pois na infância, período de intensa modificação, ocorrem tanto transformações fisiológicas como também mudanças psicológicas. Por ser uma fase marcada por muitas mudanças, termina também com um período em que escolhas e hábitos alimentares são construídos e consolidados (FONSECA; GREENWOOD, 2016; LANES et al., 2012).

Dada a importância da alimentação escolar, a aceitação ou rejeição de alimentos ou cardápios específicos oferecidos pelas escolas são fatores que podem avaliar a qualidade da alimentação fornecida aos escolares, quando mensurada por métodos específicos. Portanto, um dos procedimentos para controlar essa qualidade é o teste de aceitabilidade (BRASIL, 2009b). Estes testes de aceitabilidade também são utilizados para avaliar se os cardápios praticados se repetem a ponto de os alunos não mais os aceitarem (BRASIL, 2009a; CECANE, 2010).

Desta forma, o Ministério da Educação trabalhou em um projeto para diminuir o desperdício de alimentos no refeitório, concentrando-se nas preferências alimentares dos alunos, certificando-se de que o cardápio fosse bem adaptado. Este trabalho se deve à

necessidade de pesquisas dentro de um território para demonstrar a aceitação e adaptação dos alunos ao novo cardápio, por meio de uma abordagem de educação alimentar e nutricional que foca na redução da perda de alimentos para que haja um aproveitamento benéfico dos mesmos, evitando o desperdício (BRASIL, 2017).

Embora existam dispositivos da lei, é importante considerar que o ambiente ao redor das escolas é considerado um bom local para a venda de alimentos de interesse das crianças (doces, chocolates e outros doces) o que pode dificultar a promoção da alimentação saudável, mesmo em ambiente escolar, onde os programas de alimentação são implementados ou com cantinas saudáveis (MISSBACH *et al.,* 2017).

É importante salientar que o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) oferece alimentação escolar e ações de educação alimentar e nutricional a estudantes de todas as etapas da educação básica pública.  É o mais antigo programa social do Governo Federal na área da Educação e vem sendo desenvolvido há quase oito décadas; a prioridade deste programa é nortear a busca pela qualidade, contribuindo para o bom estado nutricional e desenvolvimento intelectual das crianças brasileiras, desde o primeiro momento de aprendizagem (BRASIL, 2010).

Reitere-se, ainda, que O PNAE é acompanhado e fiscalizado  diretamente pela sociedade, por meio dos Conselhos de Alimentação Escolar (CAE), pelo FNDE, pelo Tribunal de Contas da União (TCU), pela Controladoria Geral da União (CGU) e pelo Ministério Público e compete ao nutricionista responsável técnico (RT) assumir as atividades de planejamento, coordenação, direção, supervisão e avaliação de todas as ações de alimentação e nutrição no âmbito da alimentação escolar (FNDE 2017).

É importante observar que o cardápio escolar deve ser elaborado por nutricionista, respeitando os hábitos alimentares locais e culturais, atendendo as necessidades nutricionais específicas, conforme percentuais mínimos estabelecidos no artigo 14 da Resolução nº 26/2013.

Tendo em vista que os alunos têm a acessibilidade de comprar alimentos em cantinas e centros comerciais no entorno das escolas, que nem sempre possuem opções de lanches saudáveis (GAETANI; RIBEIRO, 2015; NETO; MELO, 2013), além de poucos estudos realizarem uma análise de cardápio no ambiente escolar privado. O presente estudo teve como objetivo avaliar a adesão e aceitabilidade do cardápio proposto em uma escola privada do município de Alagoas, com o intuito de proporcionar melhorias nas escolhas de alimentos, promover o conhecimento de cada alimento posto ao prato, além de promover hábitos alimentares saudáveis.

## 2 | MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de um estudo observacional, transversal, realizado numa Escola Privada do município de Maceió/AL, com foco nas turmas de Educação Infantil em tempo integral.

Este projeto de educação alimentar foi desenvolvido com base no modelo Dialógico de Educação em Saúde e Acompanhamento no horário de almoço, e teve como objetivo trabalhar a aceitação do cardápio customizado, considerando o alto índice de desperdício pelas crianças das refeições servidas. Esta pesquisa foi qualitativa e contou com 14 crianças participantes com faixa etária entre 2 a 7 anos de idade de ambos os sexos. A coleta de dados foi realizada durante uma semana. Foi feito um acompanhamento observacional individual do cardápio ofertado para as crianças no almoço. Para o registro das informações utilizou-se como instrumento um formulário tipo *check list*, elaborado pelos pesquisadores e aprovado pela nutricionista responsável pela escola. Após a coleta dos dados, foram analisados os índices de aceitação e não aceitação.

O teste de aceitabilidade é um conjunto de procedimentos com metodologia definida, que mede o índice de aceitabilidade de produtos alimentícios e cardápios da merenda escolar, observando parâmetros técnicos, científicos e sensoriais reconhecidos (BRASIL, 2009b; CECANE, 2010).

Conforme estipulado em material técnico do Centro Colaborador em Alimentação e Nutrição Escolar, os dados utilizados para compor o cálculo do índice de adesão ao cardápio do dia foram recolhidos nos mesmos dias da aplicação do teste de aceitabilidade. Utilizou-se, para determinação do índice de adesão, a seguinte equação: número de alunos que consumiram a refeição multiplicado por 100, dividido pelo número de alunos que participaram da pesquisa na escola. A adesão dos escolares foi classificada tendo como referência dois pontos de cortes pré-estabelecidos na literatura: alta adesão (acima de 70%) e baixa adesão (30% a 50%) (CECANE, 2010). Para a tabulação dos dados, foi utilizado a plataforma Excel®.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram do estudo 14 (quatorze) crianças com faixa etária entre 2 a 7 anos de idade, das turmas de Educação Infantil em tempo integral, de uma Escola Privada do município de Maceió/Alagoas

Segundo Silveira (2017), as crianças em idade escolar são consideradas ativas, ou seja, movimentam-se, interagem, correm, estão sempre dispostas e promovem maior gasto energético, levando ao aumento do apetite.

Os dias em que a pesquisa foi realizada, os cardápios foram servidos na escola de maneira diversificada e sem preparações repetidas, o quadro 1 mostra o cardápio do almoço oferecido para os escolares em tempo integral.

| CARDÁPIO | SEGUNDA | TERÇA | QUARTA | QUINTA | SEXTA |
|---|---|---|---|---|---|
| **Entrada** | ---- | Vinagrete | ---- | ---- | Alface, couve, tomate, cheiro verde e repolho |
| **Prato protéico** | Lombinho | Vaca atolada e frango à passarinho | Cozido à brasileira e lasanha de frango | Coxa de frango | Escondidinho de frango e frango assado |
| **Guarnição** | Macarronada de carne Batata souté | Macarrão parafuso e farofa de ovos | Pirão | Couve crocante | Purê de batata |
| **Acompanha-mento** | Arroz de couve e feijão | Arroz refogado | Arroz refogado | Arroz refogado e feijão preto | Arroz com cenoura |
| **Bebida** | Suco de cajá | Suco de maracujá | Suco de goiaba | Suco de uva | Suco de acerola |
| **Sobremesa** | Banana e tangerina | Melancia e uva verde | Tangerina e melão | Mamão e melancia | Bolo de pote |

Quadro 1 – Cardápio elaborado para aplicação do estudo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os dados apresentados no Quadro 1, demonstra de maneira geral que houve diversificação do cardápio durante a semana, oferecendo alimentos in natura ou minimamente processados, podendo-se notar também que em todos os dias da semana foram ofertados verduras, frutas e legumes, de acordo com o que o Ministério da Educação (2013) preconiza. Evitando frituras e, optando por preparações cozidas ou assadas. Nesse contexto, observa-se também que há baixa utilização de fontes de gorduras saturadas, promovendo assim, no ambiente escolar uma alimentação saudável.

É importante ressaltar que o maior risco de obesidade é predominante na idade avaliada, onde o consumo dos nutrientes e antioxidantes fornecidos pelos alimentos in natura ou minimamente processados podem ajudar a prevenir este e outros distúrbios alimentares, levando em consideração suas necessidades nutricionais que também pode prejudicar o desenvolvimento e aprendizagem do aluno (SILVA; SANTOS; SOARES, 2018).

Nos dias atuais, dada a ampla disponibilidade de alimentos industrializados, as crianças precisam ser cada vez mais incentivadas a comer de forma mais saudável tanto pelas Unidades de Ensino como pela família. Para isso, estratégias que estimulam os aspectos sensoriais, como as cores, os sabores, a textura, a combinação de alimentos e as técnicas de preparo, tornam os cardápios mais coloridos e atrativos levando a um maior interesse de consumo pelas crianças.

Existem alternativas que podem melhorar os hábitos alimentares, como educação nutricional, através de atividades lúdicas e interativas que são atrativas ao público escolar, melhorando a consciência da prática alimentar (NUNES *et al.,* 2014). O autor Silva (2006)

enfatizou os aspectos nutricionais e culturais, afirmando que é importante "apresentar" os alimentos às crianças antes de introduzi-las a um novo alimento.

Sendo assim, o nutricionista é o profissional capacitado para atender as necessidades nutricionais das crianças, não apenas considerando a oferta de refeições, mas também demonstrando a importância de boas escolhas alimentares por meio de intervenções de educação nutricional, além de contribuir para a saúde dos alunos, o desempenho escolar, a composição, nutrição e apresentação da merenda escolar também podem ajudar a melhorar a aceitabilidade e reduzir o desperdício (YOKOTA *et al.,* 2010).

Uma refeição nutritiva afeta diretamente a vida dos alunos, constrói hábitos alimentares e fornece suporte para as necessidades nutricionais. Além de influenciar outros alunos, a aceitação da merenda escolar também está relacionada aos hábitos alimentares, cultura, olfato e paladar da família (MATIHARA; TREVISANI; GARUTTI, 2010).

O Gráfico 1 apresenta em percentual as informações fornecidas pelo formulário de aceitabilidade aplicado durante a semana da pesquisa. De acordo com dados gerados os dias de maior aceitabilidade foram a terça-feira 71,43%, a quarta-feira 73,47% e a sexta-feira 84,52% devido ao tipo de alimentos compostos ao cardápio conforme Quadro 1. Considerando a não aceitação, podemos observar que na segunda-feira 35,71% e quinta-feira 31,63% foram os dias que mais alunos não aderiram ao cardápio servido, provavelmente devido os pratos protéicos servidos serem menos elaborados (Quadro 1).

Como ponto de corte do índice de aceitação, utilizou como referência Cecane (2010), considerando o percentual acima de 70% como indicativo de alta adesão e percentual abaixo de 30% como indicativo de baixa adesão do cardápio servido na escola durante a semana da pesquisa.

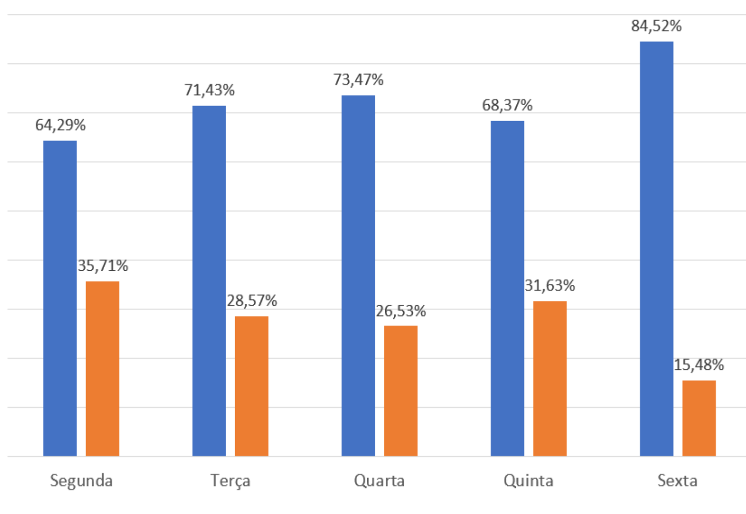



Gráfico 1 - Porcentagem de aceitação verificada durante uma semana.

Fonte: Dados coletados durante o estudo (2021).

Ao verificar os registros de aceitação diária conforme exposto pelo Gráfico 1, nota-se uma preferência primária pelo prato protéico, quando oferecido duas opções, como escolha secundária tem-se o arroz, alimento fonte de carboidrato, terciária a guarnição fonte de vitaminas e minerais e quaternária o feijão também fonte de vitaminas e minerais.

O índice de aceitabilidade dos escolares em relação ao cardápio mostra que houve diferença nos resultados de acordo com o tipo de preparação servida. Observa-se que nos dias em que as preparações eram realizadas com legumes e verduras posto ao prato com apenas uma opção de proteínas, havia maior insatisfação, e nos dias que eram servidos carboidratos e açúcares na sobremesa havia maior aceitabilidade como foi observado na sexta-feira.

Em resultados de pesquisa realizados em Piracicaba – SP, foi observado que o índice de aceitação da alimentação escolar foi de 67%, abaixo do preconizado pelo PNAE, indicando que a falta de variedade no cardápio na escola e a repetição dos alimentos são fatores que causam insatisfação nos alunos, diminuindo desse modo sua aceitabilidade frente a alimentação ofertada (ALMEIDA, 2011).

No presente estudo observou-se que o índice de aceitação foi superior, de acordo com a variedade do cardápio ofertado, propondo maior adesão aos escolares. Esse resultado é semelhante a pesquisa realizada em escolas com crianças e adolescentes, que mostra que a aceitação difere de uma faixa etária para outra, sempre alcançando maior aceitação pelas crianças (BASAGLIA; MARQUES; BENATTI, 2015; GARCIA *et al.*, 2016).

Pode-se observar no Gráfico 2, que a adesão à alimentação oferecida no ambiente escolar obteve 84,52% de satisfação, tendo relação com a aceitação das preparações oferecidas aos escolares e 31,75% de insatisfação das refeições ofertadas.

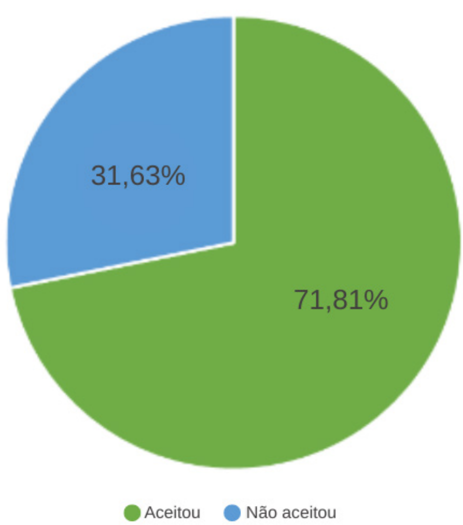



Gráfico 2 – Porcentagem de aceitação total.

Fonte: Dados coletados durante o estudo (2021).

De acordo com Carneiro (2017), uma melhor alimentação está associada a práticas escolares como condições de distribuição de alimentos, cardápios e adesão aos hábitos alimentares. A apresentação da comida também contribui para o reconhecimento do alimento.

Segundo Neto, Bezerra, Santos (2012), a alimentação escolar pode mudar a ideia de que o aprendizado na escola só acontece na sala de aula, pois se desenvolve a formação de novos conhecimentos, de poder experienciar outros tipos de alimentos inusitados, energizando o paladar, olfato, tato, visão, melhorando a aceitabilidade dos alimentos servidos na escola, além de contribuir para seus hábitos alimentares e de saúde.

É importante salientar que as ações de alimentação e nutrição no PNAE são voltadas para as escolas públicas e abrangem a avaliação do estado nutricional dos estudantes atendidos pelo PNAE; a identificação de indivíduos com necessidades nutricionais específicas; a realização de ações de educação alimentar e nutricional para a comunidade escolar, articuladas com a coordenação pedagógica da escola; o planejamento e a coordenação da aplicação do teste de aceitabilidade; a elaboração e implantação do Manual de Boas Práticas de acordo com a realidade de cada unidade escolar; a interação com os agricultores familiares e empreendedores familiares rurais de forma a conhecer a produção local, inserindo estes produtos na alimentação escolar; o planejamento e acompanhamento dos cardápios da alimentação escolar, entre outras (FNDE 2017). Porém em escolas privadas essas orientações são seguidas como referência, no entanto não são financiadas e monitoradas como as escolas da rede pública pelo PNAE e FNDE.

## 4 I CONCLUSÃO

Neste estudo, pode-se observar que o cardápio oferecido, teve uma boa adesão por parte dos alunos, como também, que as preparações porcionadas nos pratos obtiveram baixo índice de sobras.

A alimentação escolar ofertada apresentou de forma diversificada, o pode auxiliar no desempenho escolar da criança, configurando práticas alimentares saudáveis, o que potencializam a integração de ações de estímulo, apoio e proteção, de acordo com as recomendações do guia alimentar para a população brasileira.

A diversidade alimentar proposta gerou impacto positivo para a boa aceitação. Em contrapartida, o índice de não aceitação encontra-se na média do recomendado pelos critérios do FNDE. Desta forma, sugere-se uma reavaliação de alguns pontos, no qual pode ser executada por meio de ações educativas e atividades práticas sobre a importância da educação nutricional nas escolas, promovendo aos alunos e colaboradores, a melhor forma de manter uma alimentação saudável no ambiente escolar, servindo um cardápio de qualidade e quantidades necessárias de nutrientes com ajustes semanais e estratégias de acordo com a baixa aceitação registrado no dia. Sendo assim, oferecendo alimentos

coloridos e com boa aparência para que haja maior aceitabilidade, a fim de incentivá-los a consumir alimentos que promovam o desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS


BRASIL. **Cartilha para Conselheiros do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).** Tribunal de Contas da União TCU. 5 ed. Brasília 2010, 54p. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A24D6E86A4014D72AC812A5383&inline=1>. Acesso em: 15 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009.** Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jun. 2009a. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/legislacoes/institucional-leis/item/3345-lei-n-11947-de-16-de-junho-de-2009>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Relatório do Grupo de Trabalho: aplicabilidade do teste de aceitabilidade nos alimentos destinados ao Programa Nacional de Alimentação Escolar**. Brasília, 2009b. Disponível em: <www.fnde.gov.br/alimentacaoescolar/relatoriogrupotecnicotestes>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE.** [S.I.], jun. 2013. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/item/4620-resolu%C3%A7%C3%A3o-cd-fnde-n%C2%BA-26,-de-17-de-junho-de-2013>. Acesso em: 11 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).** São Paulo, 2010. Disponível em: <http://docplayer.com.br/16575325-Manual-para-aplicacao-dos-testes-de-aceitabilidade-no-programa-nacional-de-alimentacao-escolar-pnae.html>. Acesso em: 25 jul. 2022.

BEZERRA, J. A. B.; NETO, L. G.; SANTOS, A. N. Qualidade na merenda escolar: intervenções gastronômicas. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO – UNICAMP, 2012, Campinas. **Anais...** São Paulo: ENDIPE, 2012.

CARNEIRO, A. F. **Programa municipal de alimentação escolar:** análise do processo de gestão e implementação em São Luís – MA. Maranhão, 2017. 140p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Maranhão. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/2099/2/AlexsanderCarneiro.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.

CECANE. CENTRO COLABORADOR EM ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO ESCOLAR **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE.** São Paulo: Unifesp, 2010. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/39619638/manual-para-aplicacao-dos-testes-de-aceitabilidade-no-pnae>. Acesso em: 20 jul. 2022.

DUTRA, R. C. de A. Consumo alimentar infantil: quando a criança é convertida em sujeito. **Sociedade e Estado**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 451–469, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sociedade/article/view/5983>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FONSECA, A. B.; GREENWOOD, S. A. Espaços e caminhos da educação alimentar e nutricional no livro didático. **Ciência & Educação.**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 201-218, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160010013>. Acesso em: 01 abr. 2023.

GAETANI, R. dos S.; RIBEIRO, L. C. Produtos comercializados em cantinas escolares do município de Ribeirão Preto. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 587-595, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/RBPS/article/view/4005>. Acesso em: 05 ago. 2022.

LANES, D. V. C. et al. Estratégias Lúdicas para a construção de hábitos alimentares saudáveis na educação infantil. **Revista Ciências & Ideias**, Santa Maria, v.4, n 1, p.112, Jul. 2012. Disponível em: <http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/reci/article/view/135/144>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MARTINS, B. P.; PEREIRA, M. A. O. ; MOREIRA, D. C. F. Aceitabilidade do almoço servido nos Centros Municipais de Educação Infantil (CEMEI) de Varginha/MG. **Revista Interação**, Minas Gerais, v.18, n.3, p.1-18, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/view/101/90>. Acesso em: 05 ago. 2022.

MATIHARA, C. H.; TREVISANI, T.S.; GARUTTI, S. Valor nutricional da merenda escolar e sua aceitabilidade. **Revista Saúde e Pesquisa**, Paraná, v. 3, n. 1, p. 71-77, 2010. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/1230/1052>. Acesso em: 15 ago. 2022.

MISSBACH B. *et al.* School food environment: Quality and advertisement frequency of child-oriented packaged products within walking distance of public schools. **Preventive Medicine Reports,** [S. l.], v. 6; p. 307-313, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211335517300633?via%3Dihub>. Acesso em: 15 ago. 2022.

NETO, A. R. V.; MELO, L. G. N. S. de. Fatores de influência no comportamento de compra de alimentos por crianças. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 441-455, 2013. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/sausoc/2013.v22n2/441-455/en/>. Acesso em: 15 ago. 2022.

NUNES, B. G. Q. *et al.* Observação da aceitação da merenda escolar em uma escola municipal de Uberlândia/MG. **Revista Eletrônica da Reunião Anual de Ciência**, Minas Gerais, v.4, n.1, p.1-13, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/27819158-Observacao-da-aceitacao-da-merenda-escolar-em-uma-escola-municipal-de-uberlandia-mg.html>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVA, M. A. A. P. Avaliação da aceitação da merenda escolar. Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1-BtgRxoyjXvh1PTq_Dw0UPTy3DxsVaCo/view?usp=sharing>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVA, E. O.; SANTOS, L. A.; SOARES, M. D. Alimentação escolar e constituição de identidades dos escolares: da merenda para pobres ao direito à alimentação. **Revista Caderno de Saúde Pública**, Bahia, v.34, n. 4, p.1-13, 2018. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/csp/2018.v34n4/e00142617/pt>. Acesso em: 05 ago. 2022.

SILVEIRA, M.G.G. **Alimentação do pré-escolar e escolar:** sugestões para a merenda escolar, dicas para o preparo da lancheira, prevenção da obesidade. 1 ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2017. p. 112.

YOKOTA, R. T. C. *et al.* Projeto “A escola promovendo hábitos saudáveis”: Comparação de duas estratégias de ensino nutricional em escolas do Distrito Federal, Brasil. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 37-47, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/XYZh57nF56X5P5bC47tXFch/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2022.

# OS IMPACTOS ALIMENTARES PÓS PANDEMIA COVID-19: DISTRIBUIÇÃO ALIMENTAR E ASPECTOS NUTRITIVOS

*Data de submissão: 27/06/2023* *Data de aceite: 01/08/2023*

**Manuela Gomes de Barros Thorp**
Centro Universitário CESMAC
Maceió - Alagoas
http://lattes.cnpq.br/4947702730674833

**Danielle Ramos Calumby Cansanção**
Centro Universitário CESMAC
Maceió - Alagoas
http://lattes.cnpq.br/7888034966366077

**Júnia Helena Porto Barbosa**
Centro Universitário CESMAC
Maceió - Alagoas
http://lattes.cnpq.br/5146558633564292

**RESUMO:** A pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo nos sistemas alimentares e na saúde das pessoas em todo o mundo. Neste artigo, discutimos os aspectos relacionados à alimentação pós-pandemia, incluindo distribuição alimentar, aspectos nutritivos, mudanças no comportamento alimentar, nutrição e saúde, estratégias de intervenção e políticas públicas. Foi destacada a importância de repensar e fortalecer os sistemas alimentares, promovendo abordagens sustentáveis e equitativas. A distribuição alimentar eficiente é crucial para garantir o acesso a alimentos nutritivos, especialmente para populações vulneráveis. Além disso, a promoção de uma alimentação saudável e equilibrada é essencial para melhorar a saúde da população. Observou-se mudanças significativas no comportamento alimentar durante a pandemia, com aumento no consumo de alimentos processados e diminuição na ingestão de alimentos frescos. Estratégias de intervenção, como educação nutricional e regulação de alimentos não saudáveis, são necessárias para reverter essas tendências. A nutrição e a saúde desempenham um papel central no cenário pós-pandemia. É fundamental investir em programas que promovam o acesso a alimentos saudáveis e combatam a desnutrição e a obesidade. Profissionais de saúde têm um papel crucial na orientação nutricional e no encorajamento de mudanças positivas nos hábitos alimentares. Para enfrentar os desafios nutricionais e de saúde, é necessário desenvolver estratégias de intervenção e políticas públicas eficazes. Isso inclui a promoção da alimentação saudável, regulação dos alimentos, fortalecimento da educação nutricional e promoção da agricultura sustentável. No contexto pós-pandemia, é importante aproveitar

as oportunidades para repensar e transformar os sistemas alimentares, promovendo a produção sustentável e valorizando a diversidade cultural e a sustentabilidade ambiental. Em conclusão, a alimentação pós-pandemia requer ações coordenadas e abrangentes. Promover a alimentação saudável, garantir o acesso equitativo a alimentos nutritivos e implementar políticas públicas eficazes são essenciais para construir sociedades mais saudáveis e resilientes. A alimentação adequada é uma ferramenta poderosa para a promoção da saúde e do bem-estar de todos.
**PALAVRAS-CHAVE:** COVID-19; Pós-pandemia; Alimentação; Segurança alimentar; Comportamento alimentar.

## FOOD IMPACTS POST-COVID-19 PANDEMIC: FOOD DISTRIBUTION AND NUTRITIONAL ASPECTS

**ABSTRACT:** The COVID-19 pandemic has had a significant impact on food systems and people's health around the world. In this article, we discuss aspects related to post-pandemic food, including food distribution, nutritional aspects, changes in eating behavior, nutrition and health, intervention strategies and public policies. The importance of rethinking and strengthening food systems, promoting approaches and equity, was highlighted. Efficient food distribution is crucial to ensuring access to nutritious food, especially for affordable people. In addition, the promotion of a healthy and balanced diet is essential to improve the health of the population. Signitficant changes was observed in eating behavior during the pandemic, with an increase in processed food consumption and a decrease in fresh food intake. Intervention strategies, such as nutrition education and regulation of unhealthy foods, are needed to reverse these trends. Nutrition and health play a central role in the post-pandemic scenario. It is essential to invest in programs that promote access to healthy food and combat malnutrition and obesity. Health professionals play a crucial role in providing nutritional guidance and encouraging positive changes in eating habits. To face nutritional and health challenges, it is necessary to develop intervention strategies and effective public policies. This includes promoting healthy eating, regulating food, strengthening nutrition education and promoting sustainable agriculture. In the post-pandemic context, it is important to take advantage of opportunities to rethink and transform food systems, promoting sustainable production and valuing cultural diversity and environmental sustainability. In conclusion, post-pandemic food requires coordinated and comprehensive actions. Promoting healthy eating, ensuring equitable access to nutritious food and implementing effective public policies are essential to building healthier and more resilient societies. Adequate nutrition is a powerful tool for promoting everyone's health and well-being.
**KEYWORDS:** COVID-19; Post-pandemic; Feed; Food safety; Eating behavior.

## 1 I INTRODUÇÃO

A pandemia global de COVID-19 teve um impacto significativo em todos os aspectos da vida humana. Desde o seu surgimento no final de 2019, o vírus SARS-CoV-2 se espalhou rapidamente pelo mundo, causando milhões de casos e mortes. Além do impacto direto na saúde, a pandemia também desencadeou mudanças sociais, econômicas e

comportamentais sem precedentes. Uma das áreas afetadas por essas mudanças foi a alimentação.

A alimentação adequada desempenha um papel fundamental na promoção da saúde e no fortalecimento do sistema imunológico. Durante a pandemia, muitos indivíduos e comunidades enfrentaram desafios na busca por alimentos nutritivos e acessíveis. As medidas de contenção, como o distanciamento social e os bloqueios, levaram a interrupções nas cadeias de suprimentos e afetaram a disponibilidade e a distribuição de alimentos (SOARES; et. al., 2021).

Neste artigo, exploraremos os impactos da pandemia COVID-19 na distribuição alimentar e nos aspectos nutritivos. Abordaremos as mudanças na distribuição de alimentos durante a pandemia, os desafios enfrentados na garantia do acesso a alimentos e as consequências para a segurança alimentar. Também discutiremos as tendências e mudanças no comportamento alimentar, bem como as estratégias de intervenção e políticas públicas para promover uma alimentação saudável no cenário pós-pandemia.

Uma das principais consequências da pandemia foi a alteração nos sistemas de produção e abastecimento de alimentos. As restrições de viagem, o fechamento de fronteiras e as medidas de distanciamento social afetaram as cadeias de suprimentos, desde a produção até a entrega final dos alimentos. A interrupção dessas cadeias levou a escassez de alguns produtos, aumento de preços e dificuldades logísticas. Além disso, a redução da atividade econômica e o aumento do desemprego resultaram em perda de renda para muitas famílias, o que limitou ainda mais seu acesso a alimentos nutritivos (SILVA; et. al., 2021).

A desigualdade social desempenhou um papel importante na disponibilidade de alimentos durante a pandemia. Populações vulneráveis, como os grupos de baixa renda, comunidades rurais e áreas urbanas periféricas, enfrentaram maior dificuldade em acessar alimentos saudáveis. Essas disparidades já existentes foram exacerbadas durante a pandemia, destacando a importância de abordar as desigualdades sociais como parte integrante das estratégias para garantir a segurança alimentar (LIMA; et. al., 2020).

A insegurança alimentar também se tornou uma preocupação crescente durante a pandemia. A falta de acesso a alimentos suficientes e nutritivos pode levar à desnutrição e a uma série de problemas de saúde. Grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas com condições de saúde subjacentes, correm maior risco. Além disso, a pandemia afetou a disponibilidade de programas de alimentação escolar, que desempenham um papel vital na nutrição de muitas crianças. Portanto, medidas para garantir a segurança alimentar tornaram-se ainda mais cruciais no contexto pós-pandemia (PEREIRA; et. al., 2021).

As mudanças no comportamento alimentar durante a pandemia também são dignas de nota. O distanciamento social e o aumento do trabalho remoto levaram ao aumento da preparação de refeições em casa. Isso influenciou os padrões alimentares, com uma maior demanda por alimentos básicos, produtos não perecíveis e alimentos para o fortalecimento

do sistema imunológico. O aumento da conscientização sobre a importância da nutrição adequada e do autocuidado também levou a uma procura maior por alimentos saudáveis e funcionais.

Nesse contexto, as políticas públicas desempenham um papel fundamental na promoção de uma alimentação saudável e na superação dos desafios pós-pandemia. É essencial que os governos implementem medidas para garantir o acesso a alimentos nutritivos, por meio de programas de assistência alimentar, incentivos à produção agrícola sustentável e políticas de preços justos. Além disso, a educação alimentar e a conscientização nutricional devem ser enfatizadas, capacitando os indivíduos a fazerem escolhas alimentares saudáveis (SILVA; et. al., 2023).

A pandemia COVID-19 teve impactos significativos na distribuição alimentar e nos aspectos nutritivos. A interrupção das cadeias de suprimentos, as desigualdades sociais e a insegurança alimentar foram desafios enfrentados durante a pandemia. No entanto, também surgiram tendências positivas, como o aumento do interesse por alimentos saudáveis e funcionais. Neste artigo, exploraremos em detalhes esses temas, discutindo estratégias de intervenção e políticas públicas para promover uma alimentação saudável no cenário pós-pandemia.

## 2 | METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho fora realizada uma revisão sistemática da literatura para obter informações atualizadas e relevantes sobre os impactos da pandemia COVID-19 na distribuição alimentar e nos aspectos nutritivos. Foram consultadas bases de dados acadêmicas, como SciELO, PubMed e Google Scholar, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema, como “COVID-19”, “alimentação”, “segurança alimentar” e “mudanças no comportamento alimentar”. As referências obtidas serão avaliadas e selecionadas com base em sua relevância e qualidade.

Tomou-se como objetivo deste estudo, analisar os impactos da pandemia global de COVID-19 na distribuição alimentar e nos aspectos nutritivos, abordando as mudanças na distribuição de alimentos, os desafios enfrentados na garantia do acesso a alimentos e as consequências para a segurança alimentar. Além disso, serão discutidas as tendências e mudanças no comportamento alimentar, bem como as estratégias de intervenção e políticas públicas para promover uma alimentação saudável no cenário pós-pandemia.

## 3 | MUDANÇAS NA DISTRIBUIÇÃO ALIMENTAR DURANTE A PANDEMIA

A pandemia de COVID-19 trouxe uma série de mudanças na distribuição de alimentos, desde a produção até a entrega final aos consumidores. Essas mudanças afetaram significativamente os sistemas de produção, as cadeias de suprimentos e a logística alimentar. Vamos explorar algumas das principais alterações ocorridas nesse contexto.

Um estudo realizado por Lima et al. (2021) investigou os impactos da pandemia na distribuição de alimentos em um contexto urbano. Os autores destacam que as medidas de distanciamento social e o fechamento temporário de estabelecimentos comerciais e restaurantes tiveram um impacto imediato na demanda e oferta de alimentos. A interrupção das atividades agrícolas e a redução da mão de obra também contribuíram para a escassez de alimentos em algumas regiões.

A pesquisa de Ribeiro et al. (2020) abordou as mudanças nas cadeias produtivas de alimentos em áreas rurais durante a pandemia. Os autores ressaltaram que, em algumas regiões, houve uma reorientação da produção agrícola para atender à demanda local. A busca por alimentos frescos e de origem confiável aumentou, e os agricultores tiveram que se adaptar às novas demandas do mercado. Além disso, medidas de segurança foram implementadas nos locais de produção e distribuição para garantir a saúde dos trabalhadores e dos consumidores.

No estudo de Cruz et al. (2020), foram examinadas as mudanças nos canais de distribuição de alimentos durante a pandemia. Os autores observaram que houve uma transição significativa das vendas presenciais para as vendas online e entrega em domicílio. Essa mudança foi impulsionada pela necessidade de minimizar a exposição ao vírus e garantir o acesso contínuo aos alimentos. Supermercados, mercearias e produtores locais adotaram rapidamente essas novas estratégias de distribuição para atender às demandas dos consumidores.

Outra questão relevante é o aumento da preocupação com a segurança dos alimentos durante a pandemia. Em seu estudo, Pacheco et al. (2020) discutem as medidas adotadas para garantir a segurança alimentar durante a crise sanitária. Foram implementados protocolos de higiene mais rigorosos nos locais de produção e distribuição, a fim de prevenir a contaminação pelo vírus. Além disso, os sistemas de rastreabilidade foram fortalecidos para garantir a procedência e a qualidade dos alimentos.

Essas mudanças na distribuição alimentar durante a pandemia tiveram implicações significativas na vida das pessoas e na economia. Embora tenham surgido soluções criativas e inovadoras para garantir o abastecimento de alimentos, também se tornou evidente a necessidade de fortalecer os sistemas de produção e distribuição para enfrentar futuras crises. A colaboração entre produtores, varejistas, governos e organizações internacionais desempenhou um papel fundamental na adaptação às novas demandas e na busca por soluções sustentáveis.

O que se percebe mudanças na distribuição de alimentos foram resultado das medidas de contenção implementadas para combater a propagação do vírus. O fechamento de estabelecimentos comerciais, restaurantes, bares e cafés levou a uma diminuição significativa da demanda por alimentos fora de casa. Isso resultou em ajustes nas cadeias de suprimentos, com produtores e distribuidores tendo que encontrar novas formas de atender às necessidades dos consumidores.

Um aspecto importante foi a rápida adaptação dos produtores agrícolas e fornecedores de alimentos. Muitos agricultores tiveram que encontrar maneiras alternativas de comercializar seus produtos, à medida que os canais tradicionais de distribuição foram afetados. Nesse contexto, as vendas diretas ao consumidor ganharam destaque, com a criação de sistemas de entrega em domicílio e o estabelecimento de feiras agrícolas locais. Essas iniciativas permitiram que os agricultores continuassem a comercializar seus produtos e fornecessem alimentos frescos às comunidades.

Além disso, a pandemia acelerou a adoção do comércio eletrônico no setor alimentício. O aumento da demanda por compras online levou a um crescimento significativo das entregas de alimentos em domicílio. Supermercados, mercearias e produtores locais investiram em plataformas digitais e serviços de entrega para atender aos consumidores que preferiam fazer suas compras remotamente. Essa mudança teve um impacto importante na distribuição alimentar, com uma maior diversificação dos canais de venda e uma maior conveniência para os consumidores.

No entanto, essas mudanças também revelaram desafios e desigualdades na distribuição de alimentos. Nem todos os agricultores e pequenos produtores tiveram recursos ou capacidade para se adaptar rapidamente às novas demandas do mercado. Além disso, as barreiras digitais e a falta de acesso à internet em algumas comunidades limitaram a capacidade das pessoas de realizar compras online ou se beneficiar das entregas em domicílio. Isso destacou a importância de abordar as disparidades de acesso aos alimentos e garantir que ninguém seja deixado para trás.

Outra preocupação durante a pandemia foi a segurança alimentar. Com o aumento da conscientização sobre a contaminação pelo vírus, medidas rigorosas de higiene foram implementadas nos locais de produção, embalagem e distribuição de alimentos. Os produtores e fornecedores tiveram que adotar protocolos de segurança alimentar mais rigorosos para garantir que os alimentos estivessem livres de contaminação. Além disso, sistemas de rastreabilidade e monitoramento foram fortalecidos para rastrear a origem dos alimentos e garantir a qualidade e segurança ao longo da cadeia de fornecimento.

Essas mudanças na distribuição alimentar evidenciaram a importância de sistemas alimentares resilientes e sustentáveis. A pandemia destacou a necessidade de promover práticas agrícolas sustentáveis, reduzir o desperdício de alimentos e fortalecer a colaboração entre diferentes atores da cadeia alimentar. Ações coletivas, como parcerias público-privadas e iniciativas comunitárias, foram fundamentais para garantir a continuidade da distribuição de alimentos durante a crise.

Observa-se que a pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo na distribuição de alimentos. As medidas de contenção levaram a ajustes nas cadeias de suprimentos, com uma maior ênfase nas vendas diretas ao consumidor e no comércio eletrônico. A necessidade de garantir a segurança alimentar também se tornou uma prioridade, com a implementação de medidas rigorosas de higiene e rastreabilidade. No

entanto, é importante abordar as desigualdades e desafios enfrentados na distribuição de alimentos, para garantir que todas as pessoas tenham acesso a alimentos nutritivos e seguros. A promoção de sistemas alimentares sustentáveis e a colaboração entre diferentes atores são fundamentais para enfrentar os desafios pós-pandemia e fortalecer a resiliência dos sistemas alimentares.

## 4 | ACESSO A ALIMENTOS E SEGURANÇA ALIMENTAR

Durante a pandemia de COVID-19, houve uma preocupação crescente com o acesso a alimentos e a segurança alimentar da população. As medidas de contenção, como o fechamento de estabelecimentos comerciais e as restrições de mobilidade, afetaram a capacidade das pessoas de obter alimentos de maneira adequada.

O fechamento de restaurantes, cafés e estabelecimentos de alimentos fora de casa impactou diretamente a disponibilidade de refeições preparadas para muitas pessoas. Aquelas que dependiam dessas opções para suas refeições diárias tiveram que buscar alternativas, como cozinhar em casa ou recorrer a serviços de entrega. No entanto, essas alternativas nem sempre foram viáveis para todos, especialmente para aqueles que enfrentaram dificuldades financeiras ou tiveram que lidar com restrições de mobilidade.

Além disso, a interrupção das cadeias de suprimentos e as restrições nas viagens e no comércio internacional afetaram o acesso a certos alimentos, especialmente aqueles que eram importados ou produzidos em regiões distantes. Essa situação levou a um aumento nos preços de alguns produtos alimentares e a uma redução na diversidade da dieta de muitas pessoas. A falta de acesso a alimentos variados e nutritivos pode ter consequências negativas para a saúde e o bem-estar, especialmente em grupos vulneráveis, como crianças, idosos e pessoas de baixa renda.

A segurança alimentar também foi uma preocupação durante a pandemia. As incertezas em relação à disponibilidade de alimentos e a possibilidade de contaminação pelo vírus levaram a um aumento da demanda por informações e garantias sobre a segurança dos alimentos. Produtores, distribuidores e varejistas tiveram que adotar medidas rigorosas de higiene e segurança alimentar para garantir a qualidade e a inocuidade dos alimentos. A implementação de protocolos sanitários, como a higienização adequada das mãos, superfícies e embalagens, tornou-se essencial para mitigar o risco de contaminação.

A pandemia também revelou desigualdades no acesso a alimentos e a segurança alimentar. Grupos vulneráveis, como pessoas de baixa renda, trabalhadores informais e comunidades rurais, enfrentaram maiores dificuldades para obter alimentos nutritivos e acessíveis. A redução da renda de muitos lares devido ao desemprego e à crise econômica tornou ainda mais desafiador garantir uma alimentação adequada. Além disso, a falta de infraestrutura e serviços básicos em algumas áreas, como transporte público e mercados locais, dificultou o acesso a alimentos frescos e saudáveis.

É importante aprender com as lições da pandemia e fortalecer os sistemas alimentares para enfrentar futuras crises. Medidas como a diversificação da produção de alimentos, o fortalecimento de canais de distribuição locais, a promoção de mercados de agricultores e a criação de redes de solidariedade comunitária podem contribuir para garantir um acesso mais equitativo a alimentos nutritivos e seguros. Além disso, políticas públicas que visem a redução das desigualdades sociais e o fortalecimento da segurança alimentar devem ser implementadas.

Em suma, o acesso a alimentos e a segurança alimentar foram questões críticas durante a pandemia de COVID-19. A interrupção das cadeias de suprimentos, o fechamento de estabelecimentos comerciais e as restrições de mobilidade afetaram a disponibilidade e o acesso a alimentos nutritivos. Além disso, a segurança dos alimentos também foi uma preocupação, exigindo medidas rigorosas de higiene e segurança alimentar. A pandemia revelou desigualdades no acesso a alimentos, destacando a necessidade de fortalecer os sistemas alimentares e implementar políticas que promovam a segurança alimentar e reduzam as disparidades socioeconômicas.

## 5 I NUTRIÇÃO E SAÚDE APÓS A PANDEMIA

A pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo na saúde das pessoas em todo o mundo. Além dos riscos diretos à saúde causados pelo vírus, as medidas de restrição, o distanciamento social e as mudanças nos padrões de comportamento alimentar podem ter consequências na nutrição e saúde das pessoas. Neste tópico, exploraremos os possíveis impactos da pandemia na nutrição e na saúde, bem como as estratégias para promover a recuperação e o bem-estar no cenário pós-pandemia.

Durante a pandemia, a disponibilidade e o acesso a alimentos saudáveis podem ter sido afetados. Restrições de movimento, fechamento de mercados e interrupções nas cadeias de abastecimento podem ter contribuído para deficiências nutricionais, especialmente em populações vulneráveis. A falta de acesso a alimentos frescos, como frutas, legumes e proteínas de qualidade, pode ter impactos negativos na saúde, aumentando o risco de deficiências de vitaminas, minerais e nutrientes essenciais. No pós-pandemia, é fundamental promover políticas e programas que garantam o acesso equitativo a alimentos nutritivos, especialmente para aqueles em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

A pandemia destacou a importância da saúde e da prevenção de doenças. Aqueles que têm condições pré-existentes, como obesidade, diabetes, hipertensão e doenças cardiovasculares, correm um risco maior de complicações relacionadas ao COVID-19. Durante a pandemia, a interrupção das rotinas diárias, o estresse emocional e as mudanças no comportamento alimentar podem ter contribuído para um aumento da prevalência dessas doenças crônicas. No pós-pandemia, é crucial promover estilos de vida saudáveis, incluindo uma alimentação equilibrada, atividade física regular, gerenciamento de estresse

e acesso a cuidados de saúde adequados, a fim de reduzir a carga de doenças crônicas na população.

A pandemia teve um impacto significativo na saúde mental das pessoas, com o aumento do estresse, ansiedade, depressão e outros transtornos relacionados. O isolamento social, a incerteza econômica e as preocupações com a saúde podem ter levado a mudanças nos padrões alimentares, incluindo o aumento do consumo emocional de alimentos pouco saudáveis. A relação entre a saúde mental e a nutrição é complexa e multifatorial, mas é importante reconhecer a importância de uma alimentação saudável na promoção do bem-estar psicológico. No pós-pandemia, é fundamental investir em programas de saúde mental e fornecer apoio psicossocial, incluindo a educação sobre a relação entre alimentação e saúde mental.

Após a pandemia, é crucial promover a recuperação nutricional daqueles que foram afetados negativamente pelas restrições e mudanças nos padrões alimentares. Isso inclui fornecer acesso a alimentos nutritivos, programas de educação nutricional, apoio psicossocial e estratégias para melhorar a segurança alimentar. A promoção de uma alimentação balanceada e baseada em alimentos naturais e minimamente processados deve ser uma prioridade. Além disso, é importante garantir que as políticas de recuperação econômica levem em consideração a nutrição e a saúde, investindo em programas que promovam o acesso a alimentos saudáveis e ações para combater a desnutrição e a obesidade.

Os profissionais de saúde desempenham um papel fundamental na promoção da nutrição e saúde após a pandemia. Eles podem fornecer orientação nutricional personalizada, monitorar a saúde e o estado nutricional dos pacientes, oferecer apoio emocional e encorajar mudanças positivas nos hábitos alimentares. Além disso, a colaboração interdisciplinar entre profissionais de saúde, incluindo médicos, nutricionistas, psicólogos e assistentes sociais, pode ser crucial para abordar as necessidades complexas dos indivíduos e comunidades no processo de recuperação pós-pandemia.

No cenário pós-pandemia, é essencial reconhecer os impactos da COVID-19 na nutrição e saúde das pessoas e desenvolver estratégias abrangentes para promover a recuperação e o bem-estar. Isso inclui ações que garantam o acesso a alimentos nutritivos, educação nutricional, promoção de estilos de vida saudáveis, cuidados de saúde adequados e apoio psicossocial. Ao priorizar a nutrição e a saúde, podemos construir sociedades mais resilientes, com populações mais saudáveis e preparadas para enfrentar futuros desafios.

## 6 I ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS

No contexto pós-pandemia, é essencial desenvolver estratégias de intervenção e políticas públicas eficazes para promover uma alimentação saudável, segura e sustentável. Essas estratégias têm como objetivo enfrentar os desafios nutricionais e de saúde

decorrentes da pandemia, bem como estabelecer bases sólidas para um sistema alimentar resiliente no futuro. Neste tópico, exploraremos algumas abordagens e políticas que podem ser adotadas.

Uma das principais estratégias de intervenção é a promoção da alimentação saudável. Isso envolve educar a população sobre os princípios de uma dieta equilibrada, incluindo o consumo adequado de frutas, legumes, grãos integrais, proteínas magras e gorduras saudáveis. As políticas públicas podem incentivar a redução do consumo de alimentos ultraprocessados, que são ricos em açúcares, gorduras trans e aditivos químicos. Além disso, é importante promover a rotulagem clara e acessível dos alimentos, para que os consumidores possam tomar decisões informadas sobre suas escolhas alimentares.

A educação nutricional desempenha um papel crucial na promoção de escolhas alimentares saudáveis e na prevenção de doenças relacionadas à alimentação. As políticas públicas podem investir no fortalecimento da educação nutricional em escolas, hospitais, centros comunitários e locais de trabalho. Isso pode incluir a implementação de currículos escolares que abordem a importância da alimentação saudável, programas de capacitação para profissionais de saúde, campanhas de conscientização pública e o fornecimento de recursos educacionais acessíveis.

As políticas públicas também podem desempenhar um papel importante na regulamentação dos alimentos. Isso inclui a implementação de medidas para reduzir o consumo de alimentos com alto teor de açúcar, sal e gorduras saturadas, por meio de impostos sobre bebidas açucaradas, restrições de marketing de alimentos não saudáveis e políticas de rotulagem mais rigorosas. Além disso, é necessário promover a segurança alimentar e a qualidade dos alimentos, por meio de regulamentações sanitárias e inspeções rigorosas ao longo da cadeia de produção e distribuição de alimentos.

A sustentabilidade é uma preocupação fundamental no cenário pós-pandemia. As políticas públicas podem incentivar a transição para práticas agrícolas sustentáveis, como agricultura orgânica, agroecologia e produção local. Isso pode ser feito por meio de subsídios, incentivos fiscais e apoio técnico aos agricultores. Além disso, é importante promover a diversificação da produção agrícola, a conservação da biodiversidade e o uso responsável dos recursos naturais, visando garantir a segurança alimentar e a resiliência do sistema alimentar.

As políticas públicas devem garantir o acesso equitativo a alimentos saudáveis e seguros, especialmente para populações vulneráveis. Isso pode envolver a implementação de programas de assistência alimentar, como cestas básicas ou vales-alimentação, que priorizem a distribuição de alimentos nutritivos. Além disso, é necessário investir em infraestrutura adequada, como mercados e feiras de produtores locais, para promover o acesso a alimentos frescos e de qualidade em áreas urbanas e rurais.

Para enfrentar os desafios complexos relacionados à alimentação pós-pandemia, é necessário estabelecer parcerias e colaborações entre diferentes setores da sociedade.

Isso inclui o envolvimento de governos, organizações não governamentais, setor privado, academia e comunidade. Através dessas parcerias, é possível compartilhar conhecimentos, recursos e experiências, desenvolver políticas mais abrangentes e implementar ações eficazes de promoção da alimentação saudável.

No pós-pandemia, é crucial que as políticas públicas estejam alinhadas com as necessidades e desafios enfrentados pela população. É importante considerar a diversidade cultural, socioeconômica e ambiental, bem como a participação ativa da sociedade civil na definição dessas políticas. Somente através de estratégias de intervenção e políticas públicas efetivas será possível promover uma alimentação saudável, segura e sustentável, contribuindo para a saúde e o bem-estar da população no cenário pós-pandemia.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia de COVID-19 trouxe desafios sem precedentes para a alimentação e saúde das pessoas em todo o mundo. No entanto, também abriu oportunidades para repensar e fortalecer os sistemas alimentares, promovendo uma abordagem mais sustentável, equitativa e saudável. Ao longo deste artigo, exploramos os impactos da pandemia na alimentação pós-pandemia, discutimos os aspectos da distribuição alimentar e dos aspectos nutritivos, analisamos as tendências e mudanças no comportamento alimentar, bem como a importância da nutrição e saúde nesse contexto, e discutimos estratégias de intervenção e políticas públicas.

Uma das lições aprendidas com a pandemia é a importância de priorizar a saúde e o bem-estar, e a alimentação desempenha um papel fundamental nesse sentido. A promoção de uma alimentação saudável e equilibrada, o acesso a alimentos nutritivos e seguros, a educação nutricional e o fortalecimento dos sistemas alimentares sustentáveis são elementos-chave para garantir a saúde da população no cenário pós-pandemia.

É fundamental que as políticas públicas sejam orientadas para o desenvolvimento de estratégias abrangentes e integradas, que envolvam múltiplos setores da sociedade, como governos, organizações não governamentais, setor privado e comunidade. Essas políticas devem considerar as diferentes realidades e necessidades das populações, especialmente as mais vulneráveis, e garantir o acesso equitativo a alimentos saudáveis, seguros e nutritivos.

Além disso, é necessário fortalecer a colaboração entre profissionais de saúde, nutricionistas, pesquisadores, educadores e outros atores envolvidos na promoção da alimentação saudável e na prevenção de doenças relacionadas à alimentação. O trabalho em equipe e a troca de conhecimentos são fundamentais para implementar ações eficazes e sustentáveis, visando melhorar a nutrição e a saúde das pessoas.

No cenário pós-pandemia, devemos aproveitar essa oportunidade para repensar e transformar nossos sistemas alimentares. Isso inclui promover a produção de alimentos sustentáveis, apoiar os agricultores locais, reduzir o desperdício de alimentos e valorizar a diversidade cultural e a sustentabilidade ambiental. Somente através de uma abordagem holística e colaborativa será possível construir um sistema alimentar resiliente, que atenda às necessidades presentes e futuras da população.

Em suma, a alimentação pós-pandemia exige a implementação de políticas públicas eficazes, estratégias de intervenção bem planejadas e a participação ativa de diversos atores. Devemos trabalhar em conjunto para promover a alimentação saudável, segura e sustentável, considerando os desafios e oportunidades trazidos pela pandemia. Ao investir na nutrição e saúde da população, estaremos construindo sociedades mais resilientes, com indivíduos mais saudáveis e preparados para enfrentar os desafios do futuro. Juntos, podemos criar um futuro onde a alimentação seja uma ferramenta poderosa para a promoção da saúde e do bem-estar de todos.

## REFERÊNCIAS


MARCELINO, P; GONZALEZ. R. **Pentáculo do bem-estar na avaliação em educação e saúde pós-pandemia**. Humanidades & Inovação, v. 8, n. 44, p. 69-80, 2021. Disponível em: https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/4393. Acesso em: 20 maio 2023.

DURÃES, S; et al. **Implicações da pandemia da covid-19 nos hábitos alimentares**. Uniciência - Revista de Extensão da UNIMONTES, v. 22, n. 2, p. 71-82, 2020. Disponível em: https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/3333. Acesso em: 15 maio 2023.

SOUZA, B; et. al. **(In)segurança alimentar no Brasil no pré e pós pandemia da COVID-19: reflexões e perspectivas**. International Archives of Medicine, v. 4, p. 76-84, 2021. Disponível em: https://iajmh.emnuvens.com.br/iajmh/article/view/160. Acesso em: 15 maio 2023.

SILVA, R; et al. **Implicações da pandemia COVID-19 para a segurança alimentar e nutricional no Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 25, n. 9, p. 1625-1636, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/mFBrPHcbPdQCPdsJYN4ncLy. Acesso em: 30 maio 2023.

# A DOENÇA CELÍACA E SEUS DESAFIOS NA ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO: REVISÃO INTEGRATIVA

*Data de submissão: 06/07/2023* *Data de aceite: 01/08/2023*

**Sirineia Aparecida Leonel Jorge**
Centro Universitário Aparício Carvalho FIMCA, Porto Velho – Rondônia
Nutricionista da Prefeitura de Cáceres - Programa Nacional de Alimentação Escolar PNAE, Cáceres – Mato Grosso
Especialista: Saúde Pública e Vigilância Sanitária, Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição e Nutrição
http://lattes.cnpq.br/6738152374809012

**Djeice Quele Linhares Gonçalves**
Centro Universitário Aparício Carvalho FIMCA, Porto Velho – Rondônia
Nutricionista da Prefeitura Municipal de Curvelândia - Programa Nacional de Alimentação Escolar PNAE, Curvelândia – Mato Grosso
Especialista: Nutrição Clínica e Metodologia do Ensino Superior
http://lattes.cnpq.br/7238630932586268

**Gisela Vergilio Ranolfi**
Centro Universitário Aparício Carvalho FIMCA, Porto Velho – Rondônia
Nutricionista da Secretaria do Estado da Saúde de Rondônia e docente do Centro Universitário Aparício Carvalho FIMCA, Porto Velho- RO
Especialista: Gestão e Gastronomia em Serviços de Alimentação e Controle de Qualidade dos Alimentos
http://lattes.cnpq.br/9538031474272731

**Fabiula Furtado**
Centro Universitário Aparício Carvalho FIMCA, Porto Velho – Rondônia
Nutricionista Clinica Bariatrica do Instituto Vigor, Porto Velho – Rondônia
Especialista: Clinica Bariatrica e Obesidade
http://lattes.cnpq.br/5521567523925072

**Paloma Chixaro Almeida Manhães**
Centro Universitário Aparício Carvalho FIMCA, Porto Velho – Rondônia
Nutricionista da Secretaria da Educação, SEMED - Porto Velho – Rondônia
https://lattes.cnpq.br/1663139404164459

**RESUMO:** A Doença Celíaca (DC) é uma enteropatia de desordem crônica do sistema imune. Induzida pela ingestão das proteínas do glúten, levando à lesão da mucosa do intestino delgado. O glúten está presente no trigo, na cevada, no centeio, na aveia e em seus derivados. Estudos de prevalência da DC demonstram que ela é mais frequente nas pessoas do que se pensava, porém, a falta de informação sobre a doença e a dificuldade para o diagnóstico prejudicam a adesão ao tratamento e limitam as possibilidades de melhora do quadro clínico. Uma

dieta isenta de glúten é o único tratamento para a doença celíaca, contudo não é uma tarefa fácil, por depender de diversos aspectos. O objetivo desta revisão de literatura é proporcionar informação atualizada sobre a Doença Celíaca, a sua forma de apresentação clínica e crescente prevalência, a complexa fisiopatologia e forte predisposição genética da doença, bem como sobre os métodos para o seu diagnóstico e tratamento. Para a sua realização recorreu-se a uma revisão da literatura de forma sistemática, nas bases de dados plataforma do Google Acadêmico, Google, SciELO, baseado em artigos e trabalhos científicos brasileiros dos anos 2004 a 2020. O período de busca foi realizado durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2020. Foram selecionados 35 artigos, estudos e trabalhos científicos brasileiros, relacionados às temáticas, abordando a Doença Celíaca. Os termos de pesquisa (palavras-chave e delimitadores) foram utilizados em várias combinações: 1) Doença Celíaca; 2) intolerância ao Glúten; 3) aspecto de vida do Intolerante ao Glúten; 4) Dietas ao indivíduo com DC e 5) Doença celíaca no Brasil. No total a pesquisa incluiu: 19 artigos e outros estudos e trabalhos científicos brasileiros nesta análise, os quais serviram de base para atender os objetivos do estudo e responder ao problema da pesquisa.
**PALAVRAS-CHAVE:** Doença Celíaca; Intolerância ao Glúten; Nutrição.

## CELIAC DISEASE AND ITS CHALLENGES IN FOOD AND NUTRITION: INTEGRATIVE REVIEW

**ABSTRACT:** Celiac disease (CD) is a chronic immune system disorder enteropathy. It is induced by the ingestion of gluten proteins, leading to damage to the mucosa of the small intestine. Gluten is present in wheat, barley, rye, oats, and their derivatives. Studies on the prevalence of CD show that it is more common in people than previously thought, but the lack of information about the disease and the difficulty in making the diagnosis hinder adherence to treatment and limit the possibilities of improving the clinical picture. A gluten-free diet is the only treatment for celiac disease, but it is not an easy task, since it depends on several aspects. The objective of this literature review is to provide up-to-date information on Celiac Disease, its clinical presentation and increasing prevalence, the complex pathophysiology and strong genetic predisposition of the disease, and the methods for its diagnosis and treatment. For its realization, a systematic literature review was used, in the databases Google Academic Platform, Google, SciELO, based on Brazilian articles and scientific papers from the years 2004 to 2020. The search period was carried out during the months of September, October, and November 2020. Thirty-five Brazilian articles, studies, and scientific papers were selected, related to the themes, addressing Celiac Disease. The search terms (keywords and delimiters) were used in various combinations: 1) Celiac Disease; 2) Gluten Intolerance; 3) Life aspect of the Gluten Intolerant; 4) Diets for the individual with CD; and 5) Celiac Disease in Brazil. In total, the search included: 19 articles and other Brazilian studies and scientific papers in this analysis, which served as a basis to meet the study objectives and answer the research problem.
**KEYWORDS:** Celiac Disease; Gluten Intolerance; Nutrition.

## 1 I INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia intestinal crônica permanente, onde anos atrás foi caracterizada como uma intolerância ao glúten, mas atualmente é uma patogênese que relaciona a uma reação inflamatória intestinal de alta complexidade (AQUINO & PHILLIP, 2009). Acredita-se que resulte de uma ativação de uma resposta imune tanto humoral (células B), quanto celular (células T). Os sinais e sintomas da DC são totalmente diversificados e podem aparecer na infância ou na fase adulta, não tendo idade específica para o aparecimento desta doença, podendo surgir desde os sintomas gastrointestinais como a diarreia, dor e distensão abdominal, constipação, flatulência; até as manifestações extra intestinais como a baixa estatura, atrofia da musculatura glútea, osteoporose, entre outros (AGUIAR, 2020).

A má absorção causada pela doença celíaca não controlada produz perda de peso, anemia (deficiência de ferro, ácido fólico, vitamina B12), deficiência de vitaminas lipossolúveis e, juntamente com intolerância à lactose, comum nesses pacientes, osteoporose, condições que requerem considerações dietéticas adicionais. O tratamento da doença celíaca consiste na eliminação do agente agressor da dieta: o glúten. Portanto, uma dieta rigorosa e padrões culinários devem ser seguidos (OLIVEIRA, 2017). Sabe-se que a dieta para o portador da doença, deve ser verdadeiramente sem glúten, onde requer uma análise cuidadosa dos rótulos de todos os produtos de panificação e alimentos embalados. A dieta requer grandes mudanças no estilo de vida do indivíduo, devido à mudança dos alimentos, já que diversos alimentos são produzidos com o trigo, então é necessária uma orientação e um acompanhamento nutricional, em relação à leitura de rótulos, aditivos alimentares seguros, a forma da preparação dos alimentos, fontes de contaminação cruzada e fontes ocultas de glúten (MAHAM &; ESCOTT-STUMP, 2012).

Alimentos com glúten podem transferi-lo para alimentos sem glúten mediante contaminação cruzada, por contato direto (adição) ou indiretamente (contato), sabendo que a contaminação cruzada ocorre quando dois alimentos diferentes entram em contato. Assim, o alimento "seguro" passa a conter uma pequena quantidade do alimento alergênico, tornando-se perigoso para o portador da doença celíaca ou alérgico, mesmo que essa quantidade seja mínima (APC, 2018).

O glúten é a proteína que está presente no trigo, no centeio, cevada e aveia, composta pelas frações proteicas denominadas gliadina e glutenina, onde, ao envolver com a água, se hidratam, interagem e se formam a rede de glúten, responsáveis pelas características funcionais de formação da massa (SOUZA, SCHLABITZ & GIOVANELLA, 2013), essas proteínas são relativamente resistentes às enzimas digestivas, resultante em derivados peptídeos onde podem estimular a resposta imunogênica. Sabe-se que ao ingerir o glúten, os indivíduos com a hipersensibilidade a ele, pode causar uma interação permanente que pode se expressar em diferentes níveis, como: a enteropatia ou lesão

intestinal: doença celíaca (SANTOS, SILVA & VASCONCELOS, 2018).

Alcântara et al. (2018), asseguram que a ingestão do complexo proteico glúten e de fragmentos derivados é fundamental para o desencadeamento desta doença, onde a reação imune desencadeia uma reação inflamatória na mucosa intestinal. Portanto, o consumo de alimentos com glúten pode causar atrofia das vilosidades intestinais, onde pode implicar na restrição da área absortiva, o que é corroborado, também, por Lima et al. (2018).

Nem sempre a DC é diagnosticada de forma fácil, podendo ser passada despercebidamente, quando os pacientes apresentam sintomas leves e não específicos como fadiga, deficiência do ferro, doença hepática, artrite, alteração no esmalte dos dentes, hipotonia, retardo no desenvolvimento e cefaleia (MUTTONI, 2017).

Há várias formas de manifestações clínicas da doença como a forma clássica, que se manifesta com a má absorção intestinal sintomática; de forma atípica, no qual atualmente é a mais comum, sendo manifesta com ausência de sintomas ou pouco sintomas gastrointestinais, e presença de sintomas atípicos como a anemia, peculiar à ausência de ferro e a baixa estatura; silenciosamente, com diagnóstico ocasional, histológico e sorológico, em indivíduos assintomáticos; de forma latente, onde há duas formas, a primeira são pacientes com diagnóstico prévio de DC, que respondem à dieta isenta de glúten, e a segunda são indivíduos com a mucosa intestinal normal, sobre a dieta isenta ao glúten; e de forma refratária, com pacientes que não respondem à dieta isenta de glúten (SILVA & FURLANETTO, 2010).

Segundo Silva & Furlanetto (2010), o diagnóstico da DC está completo quando o paciente portador da doença recupera sua saúde após uma dieta isenta de glúten, pois quando o glúten é retirado os danos causados ao intestino delgado é reparado, levando cerca de 3 a 6 dias para a mucosa apresentar melhora.

Diante disto, o estudo teve buscou respostas na literatura sobre o seguinte problema de pesquisa: O que a literatura assegura acerca da doença celíaca e sua relação com a alimentação e nutrição? E como objetivos da pesquisa, analisar os estudos sobre a doença celíaca e sua relação com a alimentação e nutrição, buscando as adaptações e os cuidados aos portadores da doença, que são indivíduos que precisam se abster dos alimentos que contenham glúten, tendo como opções de substituições as farinhas: soja, alfarroba, araruta, trigo-sarraceno, fécula da batata-doce, amaranto, farinha de feijão, grão-de-bico, painço, quinoa, etc., a falta de opção de produtos prontos é onde tem desestimulados os portadores de DC seguir o protocolo correto.

Deve-se enfatizar que o interesse pelo estudo partiu da necessidade constatada de que poucos estudos foram publicados avaliando a obediência à dieta e o conhecimento da doença e seu tratamento. Desse modo, é possível identificar as informações que devem ser transmitidas aos pacientes com DC. O número reduzido de publicações referentes há DC no Brasil, ainda revela a necessidade de se ampliar a discussão teórica em torno

desta doença, de promover a divulgação de pesquisas a ela relacionadas e a aproximação dos pesquisadores com as reais necessidades dos celíacos. E com isso garantir a segurança alimentar e sustentável da população. O que torna o estudo de alta relevância para a comunidade tanto social quanto científica. Outro ponto importante que completa a justificativa da revisão bibliográfica é a disponibilização de fonte de conhecimento rápida, prática e de fácil entendimento.

## 2 | METODOLOGIA

A revisão da literatura foi realizada através da plataforma do Google acadêmico, Google, SciELO baseado em artigos e trabalhos científicos brasileiros dos anos 2004 a 2020, em português, de forma qualitativa e quantitativa. O período de busca foi realizado durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2020.

Nesse processo, a pesquisa foi realizada na seguinte ordem: doença celíaca; intolerância ao glúten; aspecto de vida do intolerante ao glúten; dietas ao indivíduo com doença celíaca; doença celíaca no Brasil; doença celíaca e a avaliação nutricional; bem como a rotulagem de alimentos alergênicos.

Através da plataforma de busca utilizada, foram selecionados 35 artigos, estudos e trabalhos científicos brasileiros, relacionados às temáticas, anteriormente citadas, de forma a revisar os conteúdos e assuntos, relacionados e compatíveis com o tema. Vale ressaltar que existiam muitos trabalhos científicos, porém, a maioria abordava conteúdos idênticos, como descrição no conteúdo com o mesmo referencial, assuntos abordados de modo similar, e com isso foram descartados. Sendo assim, foram incluídos no total, 19 artigos e outros estudos e trabalhos científicos brasileiros nesta análise, os quais se encontram referenciados no final deste trabalho.

## 3 | RESULTADOS

Conforme registros efetuados no capítulo da Metodologia do presente trabalho, os assuntos aqui abordados foram realizados em torno dos artigos e trabalhos científicos brasileiros dos anos 2004 a 2020, sendo referenciados ao final do estudo em ordem alfabética rigorosa.

Como parte da discussão do presente estudo, são citadas as afirmações dos renomados expoentes literários e seus pontos de vista, o que muitos corroboram com suas idéias-chave sobre os assuntos a seguir tratados.

Galvão, em sua obra de apresentação clínica de doença celíaca em crianças durante dois períodos, em serviço universitário especializado, obra essa de 2014, corrobora com Silva & Furlanetto (2010) de que a doença celíaca (DC) é uma doença inflamatória do intestino delgado proximal que ocorre em pessoas geneticamente predispostas e é causada por peptídeos ricos em glutamina e prolina das proteínas de armazenamento dos cereais

(glúten) que são insuficientemente degradadas pelas enzimas gastrointestinais. Eles permeiam o tecido linfático, ligam-se a células apresentadoras de antígenos específicas e estimulam as células T no intestino. A doença celíaca, antes considerada típica de crianças brancas e agora reconhecida em pessoas de diferentes raças, grupos étnicos e idades, é diagnosticada com testes sorológicos (geralmente, IgA anti-transglutaminase tecidual devido à sua alta sensibilidade e especificidade) e confirmação com biópsia duodenal compatível na maioria dos casos. A sensibilidade ao glúten pode ocorrer na ausência de doença celíaca, mas deve sempre ser confirmada antes de implementar o tratamento vitalício.

A DC é o resultado da interação entre o glúten e fatores imunológicos, genéticos e ambientais. O glúten é um conjunto de proteínas que possuem alguns cereais como o trigo, a cevada e o centeio, com destaque para as chamadas prolaminas, que possuem alto teor do aminoácido prolina. No trigo, a prolamina é a gliadina, na cevada é a hordeína e no centeio é a secalina. A aveia está geneticamente distante dos grãos mencionados e contém uma proteína chamada avenina, que raramente desencadeia a DC, afirmação essa realizada nos estudos de Nascimento, Takeiti & Barbosa (2012) e confirmados por Alcântara, Guilherme Correia *et al*., na obra Complicações da doença celíaca associada ao transgresso à dieta isenta de glúten, de 2018.

A gliadina é mal digerida no trato gastrointestinal humano, segundo Oliveira (2017) e também defendida Sdepanian, Morais & Fagundes-Neto, na obra de 2019, Doença celíaca e sua evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. Os citados autores enfatizam que por resistindo à acidez gástrica, enzimas pancreáticas e proteases da borda em escova do intestino, os peptídeos de gliadina podem cruzar o epitélio transcelularmente, paracelularmente e ligar-se à imunoglobulina A secretora o peptídeo mais imunogênico é um dos 33 aminoácidos chamados alfa-2-gliadina 33-mer. Já na lâmina própria, os peptídeos de gliadina são desaminados pela transglutaminase-2 tecidual, podendo interagir com células apresentadoras de antígenos.

Ainda como resultados da pesquisa finalizada em questão, o estudo considera que na DC ocorrem alterações das respostas imunes inatas e adaptativas. A resposta inata é caracterizada por uma supere pressão da Inter leucina 15 e a ativação de linfócitos intra epiteliais que exercem sua ação citotóxica sobre os enterócitos. A afirmação adaptativa é liderada por linfócitos T CD4 + que são ativados pela interação com a gliadina apresentada por células apresentadoras de antígeno com um complexo de histocompatibilidade principal HLA-DQ2 ou HLADQ8, expressando citocinas pró-inflamatórias especialmente interferon-γ- e gerando assim um cascata inflamatória com liberação de metaloproteinases 1, 3 e 9 que induzem dano tecidual (CECILIO, BONATTO, 2015; SELLESKI, 2015) e (WINWOOD-SMITH; FRANKLIN; WHITE, 2017)..

Dos estudos apresentados em crianças, jovens e adultos, os autores a seguir listados, indicam que a grande maioria dos pacientes com DC expressa HLA-DQ2 ou HLA-

DQ8. Entretanto, publicações da América do Sul, incluindo nosso país, sugerem que essas associações seriam menos prevalentes. Cerca de 30% da população geral expressam HLA-DQ210, portanto, este não é o único fator genético que explica a predisposição para desenvolver DC. Alguns dos genes não HLA identificados são COELIAC2 (que contém grupos de genes de citocinas), COELIAC3 (que codifica a molécula CTLA4, antígeno de linfócito T citotóxico 4), COELIAC4 (que codifica variantes do gene da miosina e os genes de Inter leucinas 2 e 21) e outros genes relacionados à resposta imune. Existem fatores ambientais na infância em que um papel protetor para o desenvolvimento da DC foi descrito, como a amamentação 15 e a infecção pelo *Helicobacter pylori*, estudos esses defendidos por Maham & Escott-Stump (2012) e confirmados por Cecílio, Bonatto (2015) e OLIVEIRA, 2017).

## 4 | DISCUSSÃO

A má absorção causada pela doença celíaca não controlada produz perda de peso, anemia (deficiência de ferro, ácido fólico, vitamina B12), deficiência de vitaminas lipossolúveis e, juntamente com intolerância à lactose, comum nesses pacientes, osteoporose, condições que requerem considerações dietéticas adicionais. O tratamento da doença celíaca consiste na eliminação do agente agressor da dieta: o glúten. Portanto, uma dieta rigorosa deve ser seguida e padrões culinários devem ser seguidos que eliminem qualquer contaminação com glúten. Inicialmente, é difícil garantir que a dieta seguida pelo paciente seja isenta de glúten, pois até 70% dos produtos industrializados podem conter glúten, e a regulamentação da produção de alimentos e sua rotulagem não são padronizadas em todos os países, segundo Oliveira (2017).

O tratamento da doença celíaca, então, não consiste apenas em simplesmente eliminar os cereais que contêm glúten (trigo, centeio, cevada) da dieta, mas também alcançar um equilíbrio nutricional incluindo outros cereais sem glúten, como arroz, milho e aveia, e implementação do uso de pseudo-cereais sem glúten (amaranto, trigo sarraceno, quinoa, sorgo, teff) e produtos sem glúten como parte de uma dieta correta (balanceada, suficiente, completa, variada, higiênica) (SELLESKI, 2015).

O único tratamento é a dieta livre de glúten (DLG), que deve ser rigorosa e por toda a vida, independentemente do estado de saúde do paciente do ponto de vista clínico. Discute-se o efeito da aveia, por não causar danos à grande maioria dos celíacos, mas é sabido de um paciente que teve uma recaída após comer aveia. Como a produção de trigo, cevada e centeio é muito superior à da aveia, a possibilidade de contaminação A cruzada dos moinhos é o argumento mais forte para aconselhar a exclusão da farinha de aveia da dieta celíaca (CASEMIRO, 2006).

Uma dieta sem glúten é vital e é a parte mais importante da terapia do paciente celíaco. Eles devem ser avaliados por uma equipe multidisciplinar que inclui um pediatra,

um gastroenterologista, um clínico geral, um psicólogo, um nutricionista e um nutricionista. Nos primeiros dias de tratamento, toda a família deveria consumir alimentos sem glúten, pois por um lado não seriam preparadas duas refeições diferentes e por outro lado a criança se sentiria diferente dos demais membros da família. O comprometimento da absorção, aliado à intolerância clínica aos dissacarídeos e outros nutrientes, condiciona a escolha de uma dieta adequada. Estudos realizados mostram que a dieta deve ser estruturada em 3 etapas: 1. A primeira sem glúten, lactose, sacarose e fibras; 2. Segundo sem glúten e com baixo teor de lactose, sacarose e fibras; 3. Terceiro sem glúten (ANDREOLI *et al.,* 2016).

Essa dieta possibilita a diminuição dos sintomas gastrointestinais e a perda de macro e micronutrientes, afirmação essa feita por Ribeiro (2017), o que se corrobora com Oliveira (2017) e que facilita a recuperação clínica e a integridade da mucosa, considerando essa dieta muito importante, pois o objetivo fundamental é eliminar o glúten, mas se não são tratadas todas as carências de vitaminas, minerais, infecções associadas, que fazem parte do quadro sintomático da doença, não é possível a recuperação completa da paciente. A freqüência da alimentação deve ser enfatizada nesses pacientes, devido à redução da área total da superfície do epitélio da mucosa intestinal, onde estão localizados os elementos celulares enterocíticos responsáveis pela digestão superficial de carboidratos e proteínas, dieta alimentar e a absorção de diferentes nutrientes. Também, assegura Ribeiro (2017), ainda que deve-se considerar que a dieta sem glúten melhora o estado geral do paciente, mas, por outro lado, traz conseqüências econômicas e psicossociais, que podem afetar a adesão e impactar negativamente em sua qualidade de vida.

Portanto, o estudo ora apresentado assegura que é considerado de extrema importância que a estratégia de tratamento inclua a educação da equipe de saúde, da comunidade e do trabalho multiprofissional com a inclusão de um Bacharel em Nutrição especialista em DC. Uma estratégia para melhorar a adesão ao tratamento é o acompanhamento psicológico desde o início da dieta sem glúten com profissional especialista em psicologia.

Em verdade, os pacientes com Doença Celíaca podem consumir tudo que seja de origem natural, carne bovina, frango, peixe, verduras e frutas frescas, legumes, ovos, cereais sem glúten e todas as preparações caseiras feitas com esses ingredientes. Uma dieta saudável deve incluir alimentos de todos os grupos (SDEPANIAN, MORAIS & FAGUNDES-NETO, 2010).

Conforme Andreoli *et al.* (2016), o grau de absorção comprometida juntamente com a intolerância clínica a dissacarídeos ou outros nutrientes determinam a escolha da dieta adequada para cada paciente. Dependendo da resposta terapêutica, é conveniente que a realimentação seja com fórmulas sem lactose e sacarose ou com baixo teor desses açúcares. As fibras alimentares também devem ser excluídas nas fases iniciais do tratamento, pois reduzem a capacidade enzimática digestiva do intestino delgado e aumentam o conteúdo fecal por não serem digeríveis e por reterem água.

Outro aspecto importante a ter em mente é o efeito de saciedade dessa dieta, porque gorduras e proteínas permanecem no estômago durante um longo período de tempo e, portanto, são capazes de prolongar a sensação de saciedade se comparado aos carboidratos (WINWOOD-SMITH; FRANKLIN; WHITE, 2017).

Além disso, a colecistocinina é considerada como um dos supressores de apetite mais potentes e este hormônio é estimulado pelo consumo de gorduras e proteínas, mas não de carboidratos. Neste efeito beta-hidroxibutirato, que é a cetona mais abundante e tem a capacidade de inibir diretamente o centro do apetite. Além disso, o baixo índice de glicemia de dietas cetogênicas reduz as flutuações nas concentrações de níveis de glicose plasmática, que são muito mais freqüentes com dietas altas em carboidratos. Assim, evitar episódios de hipoglicemia também reduzirá o apetite (NOAKES & WINDT, 2018).

Kinsey et al. (2008) demonstraram que pacientes celíacos que aderem a uma GFD podem estar em risco de ingestão inadequada de cálcio, polissacarídeos não amiláceos e vitamina D. A avaliação de registros alimentares auto-relatados demonstrou doses diárias insuficientes dessas substâncias nas GFDs de ambos pacientes do sexo masculino (cálcio 63%) e feminino (cálcio 31%, ferro 66%, fibra 46%) celíacos nos Estados Unidos [86]. Esses achados demonstram que a qualidade nutricional dos GFDs deve ser considerada.

Lee *et al.* (2009) comparou um "GFD padrão" (grãos e produtos naturalmente sem glúten) e um "GFD alternativo" (farinha de aveia, pão rico em fibras sem glúten e quinua). Os grãos alternativos proporcionaram um perfil nutricional significativamente superior. A aveia, tanto das variedades queimadas quanto das não secas, pode aumentar a ingestão de vitamina B1, magnésio e zinco em pacientes celíacos em remissão. A aveia é única entre os cereais por suas características multifuncionais e perfil nutricional. Além disso, são uma boa fonte de fibra alimentar (principalmente na forma de beta-glucano solúvel), minerais, vitaminas e outros nutrientes. A ausência de glúten em alimentos naturais e processados representa um aspecto chave da segurança alimentar da dieta sem glúten (KEMPPAINEN, 2010).

Estudos anteriores investigaram a composição nutricional de produtos processados sem glúten e foi demonstrado que eles têm altos níveis de lipídios, açúcares e sal. A relação entre a doença e a ingestão de proteínas do glúten do trigo tornou-se uma parte essencial da definição de "Dieta sem glúten". A GFD significa que os indivíduos com DC devem excluir todos os cereais alimentares, incluindo massas, pães e biscoitos não são permitidos. O malte também é tóxico para indivíduos com DC porque é um hidrolisado parcial de prolaminas de baga. Portanto, malte de cevada, xarope de malte, extrato de malte e aromatizantes de malte não podem ser inseridos na dieta CD. O uso da aveia na GFD ainda é debatido em relação a uma possível contaminação cruzada com grãos contendo glúten, como demonstrado em alguns produtos comerciais nos Estados Unidos.

No entanto, alguns estudos demonstraram a contaminação do glúten em produtos naturalmente sem glúten (soja, arroz, milho, milho, trigo sarraceno) ou em farinhas sem

glúten purificadas industrialmente. Estudos recentes revelaram que, quando consumidos com moderação, aveia livre de cruz - contaminação com grãos contendo glúten, é bem tolerada pela maioria das crianças e adultos com DC (SDEPANIAN, MORAIS & FAGUNDES-NETO, 2010).

Nos últimos anos, a gama de produtos processados sem glúten tem aumentado: pães, biscoitos e massas produzidas com ingredientes sem glúten e aditivos alimentares têm sido propostos no mercado. Portanto, os pacientes celíacos precisam prestar atenção aos rótulos dos alimentos, procurando palavras como amido de trigo, farelo de trigo, farinha de *graham, kamut* e proteína de trigo hidrolisada (ANDREOLI *et al*., 2016).

## 5 I CONCLUSÕES

Conclui-se que a doença celíaca pode ser considerada atualmente como a intolerância alimentar mais freqüente do mundo, pode se manifestar em qualquer idade e o conhecimento dos sinais e sintomas são imprescindíveis para que os profissionais de saúde possam ter base para o diagnóstico. É cientificamente comprovada que não possui a cura, mas o indivíduo portador da doença pode ter uma qualidade de vida com o único tratamento viável, que  é a dieta sem glúten, mas sabe-se que a dieta sem glúten traz algumas desvantagens, como a limitação de ingestão de vitaminas, minerais e fibras, que são muito importantes para o correto funcionamento do organismo, efeitos adversos, como constipação, halitose, diarréia, astenia, cãibras, entre outros.

Seu acompanhamento e adesão a este tipo de dieta, não é fácil e requer que se tenha alguma preparação e conhecimento sobre a composição dos alimentos para não ingerir mais carboidratos do que são permitidos.

A Dieta Isenta de Glúten (DIG) ainda hoje é o único tratamento conhecido, requer acompanhamento e educação do paciente por um nutricionista e deve sempre ser exaltada a sua importância na sobrevida do paciente.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. L. F. de. **Politicas públicas e segurança de alimentos para individuos com doença cel**íaca. Brasilia, 2020.

ALCÂNTARA, GUILHERME CORREIA, *et a*l. **Complicações da doença cel**íaca associada ao transgresso à dieta isenta de glú**ten**. Rev. e-ciências, v. 6, n.1, 2018.

APC, Associação Portuguesa de Celíacos. **Doença cel**í**aca**. Disponivel em: <https://www.celiacos.org.pt/>. Acesso em: 11 novembro. 2020.

CASEMIRO, Jaciara Machado. **Ades**ão à dieta sem glú**ten por pacientes cel**íacos em acompanhamento no Hospital Universitário de Brasí**lia**. 2006. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CECILIO, Lucila Arantes; BONATTO, Mauro W. Prevalência do HLA DQ2 e DQ8 em pacientes portadores da doença celíaca, nos seus familiares e na população geral. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 28, n. 3, p. 183-185, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-67202015000300183&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 10 de out. de 2020.

SDEPANIAN, V. L., MORAIS, M. B., FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arq Gastroenterol,** São Paulo, v. 36, n. 4, p. 244-57, 2019.

GALVÃO, L. C. **Apresentação clínica de doença celíaca em crianças durante dois períodos, em serviço universitário especializado.** Arq Gastroenterol, São Paulo v. 41 – n. 4 – out./dez. 2004.

_______. **Apresentação clínica de doença celíaca em crianças durante três períodos, em serviço universitário especializado**. Arq Gastroenterol, São Paulo v. 69 – n. 24 – out./dez. 2014.

GIOVANELLA, Cristine; SCHLABITZ, Cláudia & SOUZA, Claucia Fernanda Volken de. Caracterização e aceitabilidade de biscoitos preparados com farinha sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Ponta Grossa. Paraná. Brasil. 2013.

KEMPPAINEN, T. A. *et al*. Nutrient intakes during diets including unkilned and large amounts of oats in celiac disease. **European journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 1, p. 62-67, 2010.

LOPES, M. I.; MIRANDA, P. J.; SARINHO, E. Prevalência de doença celíaca em crianças e adolescentes com diabetes tipo I. **Jornal de Pediatria,** v. 82, n. 5, 2016. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0021-75572006000600017&script=sci_arttext > Acesso em: 10 de novembro de 2020.

MUTTONI, S. **Patologia da nutrição e dietoterapia**. Porto Alegre: Sagah, 2017.

NASCIMENTO, K. de O.; TAKEITI, Cristina Yoshie & BARBOSA, Maria Ivone Martins Jacintho. Doença celíaca: sintomas, diagnóstico e tratamento nutricional. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE),** 2012. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/924713/1/2012005.pdf. Acesso em 10 de out. de 2020.

OLIVEIRA, Cassiane Minelli de. **Bactérias degradadoras de lactose e glúten presentes em queijos e iogurtes encontrados no mercado de Manaus: alternativas para a intolerância à lactose e à Doença Celíaca.** 2017. 169 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6255. Acesso em 10 de out. de 2020.

SANTOS, I. C.; SILVA, J. D. S. & VASCONCELOS, I. Beneficios nutricionais das dietas isentas de glúten. **Revista interdisciplinar**, vol. 11, número 1, Piauí, 2018.

SDEPANIAN, V. L., MORAIS, M. B., FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arq Gastroenterol,** São Paulo, v. 36, n. 4, p. 244-57, 2019.

SDEPANIAN, Vera Lucia; MORAIS, Mauro Baptista de & FAGUNDES-NETO, Ulysses. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 38, n. 4, p. 232-239, 2010.

SELLESKI, Nicole. **Prevalência de alelos HLA predisponentes para a doença celíaca (HLA-DQ2 e HLA-DQ8) em crianças celíacas e não celíacas**. 2015. 71 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) da Universidade de Brasília. Brasília. 2015. Disponível em: https://repositorio.unb.br/handle/10482/19497. Acesso em 10 de out. de 2020.

SILVA, Tatiana Sudbrack da Gama & FURLANETTO, Tania Weber. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 1, p. 122-126, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42302010000100027&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 10 de out. de 2020.

SILVA, C. L. **Doença celíaca**: revisão bibliográfica, Cuité - PB, 2013.

# CAPÍTULO 5

# A INFLUÊNCIA DE ALIMENTOS PROCESSADOS NO DESENVOLVIMENTO DO CÂNCER DE CÓLON E RETO

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Ethylla Rayana Silva Dionisio**
Centro Universitário do Vale do Ipojuca
UNIFAVIP I WYDEN
Caruaru – PE
http://lattes.cnpq.br/3349709114720510

**Inácio Heliodoro Tavares Neto**
Centro Universitário do Vale do Ipojuca
UNIFAVIP I WYDEN
Caruaru – PE
http://lattes.cnpq.br/2057271463449473

**Tibério Cesar Lima de Vasconcelos**
Centro Universitário do Vale do Ipojuca
UNIFAVIP I WYDEN
Caruaru – PE
http://lattes.cnpq.br/5935237427393091

**RESUMO:** A alimentação é um fator intimamente relacionado à saúde humana, reconhecido como um direito constitucional e um determinante da saúde de acordo com a Lei nº 8.080/90, que regula o Sistema Único de Saúde (SUS). No Brasil, dados do Ministério da Saúde (2018) revelam que 55,7% dos adultos apresentam excesso de peso, refletindo uma nova realidade social influenciada pela ocidentalização da dieta, aumento da expectativa de vida e aceleração da rotina diária. O objetivo deste estudo é realizar uma revisão da literatura para compreender a influência dos alimentos processados no desenvolvimento do câncer de cólon e reto. Foi realizada uma revisão integrativa, utilizando bases de dados como PubMed, Portal Regional da BVS e Google Acadêmico. Foram utilizados descritores relacionados a doenças e neoplasias do sistema digestório em português e inglês. O período de pesquisa abrangeu os anos de 2003 a 2023. A seleção de 10 obras, entre artigos científicos e livros, abordou o surgimento do câncer de cólon e reto e a influência dos hábitos alimentares nesse processo. Os resultados revelaram uma clara relação entre alimentos processados e o desenvolvimento desse tipo de câncer. Além disso, substâncias presentes nos alimentos processados, provenientes do processo de fabricação, apresentaram potencial carcinogênico. Quando combinados com outros hábitos de vida, como tabagismo e alcoolismo, observou-se um aumento na incidência da doença. Este estudo evidencia a relação entre alimentos processados e o desenvolvimento do câncer de cólon e reto. As substâncias carcinogênicas presentes nesses alimentos, juntamente com outros

fatores de risco, contribuem para o aumento da incidência da doença. Essas descobertas ressaltam a importância de promover hábitos alimentares saudáveis e intervenções preventivas relacionadas ao câncer de cólon e reto.
**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentos Processados; Câncer de Cólon; Câncer de Reto.

## THE INFLUENCE OF PROCESSED FOODS ON THE DEVELOPMENT OF COLON AND RECTAL CANCER

**ABSTRACT:** Nutrition is a factor closely related to human health, recognized as a constitutional right and a determinant of health according to Law No. 8.080/90, which regulates the Unified Health System (SUS). In Brazil, data from the Ministry of Health (2018) reveal that 55.7% of adults are overweight, reflecting a new social reality influenced by the westernization of the diet, increased life expectancy, and accelerated daily routines. The objective of this study is to conduct a literature review to understand the influence of processed foods on the development of colon and rectal cancer. An integrative review was conducted, using databases such as PubMed, Regional Portal of the BVS, and Google Scholar. Descriptors related to diseases and neoplasms of the digestive system were used in Portuguese and English. The research period spanned from 2003 to 2023. The selection of 10 works, including scientific articles and books, addressed the emergence of colon and rectal cancer and the influence of dietary habits in this process. The results revealed a clear relationship between processed foods and the development of this type of cancer. Additionally, substances present in processed foods, originating from the manufacturing process, showed carcinogenic potential. When combined with other lifestyle habits such as smoking and alcoholism, an increase in the incidence of the disease was observed. This study highlights the relationship between processed foods and the development of colon and rectal cancer. The carcinogenic substances present in these foods, along with other risk factors, contribute to the increased incidence of the disease. These findings underscore the importance of promoting healthy eating habits and preventive interventions related to colon and rectal cancer.
**KEYWORDS:** Processed Foods; Colon Cancer; Rectum Cancer.

## 1 I INTRODUÇÃO

Um fator que está intimamente relacionado à saúde do indivíduo é a alimentação, aspecto este que foi reconhecido como um direito constitucional e como um daqueles determinantes para a saúde humana, nos termos da Lei nº 8.080/90, a qual regulamenta o Sistema Único de Saúde (SUS). Assim, a direção nacional do SUS possui competência para "formular, avaliar e apoiar políticas de alimentação e nutrição" à população, de modo que este sistema seja, além de garantidor, promotor deste direito para a sociedade (BRASIL, 1990).

Apesar disso, segundo os dados do Ministério da Saúde (2018), no Brasil, 55,7% das pessoas maiores de 18 anos apresentam excesso de peso; 19,8% são obesas; 24,7% da população é hipertensa; e 7,7% dos indivíduos são diabéticos (BRASIL, 2019). Estes

dados apresentam uma nova realidade social, influenciada a partir da ocidentalização da dieta, do aumento da expectativa de vida, bem como da aceleração da rotina diária.

Todas essas questões influenciam a preferência da população por alimentos industrializados, em razão de sua praticidade. Como consequência, as pessoas estão expostas aos efeitos a longo prazo deste tipo de alimentação, como é o caso da diabetes mellitus tipo 2, das doenças cardiovasculares e também do câncer (DAGOSTIN; RIGO; DAMÁZIO, 2019).

É de se considerar que as causas que desencadeiam o processo de carcinogênese são multifatoriais, tendo como suas principais causas o estilo de vida, estritamente atrelado à alimentação, à prática (ou não) de atividade física, à exposição ao sol, ao estresse, a exposição à poluentes, substâncias tóxicas e também os fatores genéticos (NUNES; LOPES; RODRIGUES, 2021). Deste modo, o câncer se desenvolve a partir de um processo de mutação genética, por meio da qual ocorre o crescimento desordenado e incontrolável de células defeituosas, as quais passam a se proliferar no organismo e, ao se agruparem nos tecidos, formam os tumores (INCA, 2020; NUNES; LOPES; RODRIGUES, 2021).

O Câncer de Cólon e Reto (CCR) é, por sua vez, uma espécie de tumor maligno presente na porção inferior do intestino, região cuja finalidade é absorver água e sais minerais dos alimentos. Este tipo de neoplasia é a mais comum na categoria das neoplasias gastrointestinais e se desenvolve devido a exposição da mucosa intestinal aos agentes carcinogênicos presentes nos alimentos. Esta exposição, com o passar do tempo, resulta em um processo inflamatório que pode evoluir para alterações celulares do tecido respectivo (DAGOSTIN; RIGO; DAMÁZIO, 2019).

Assim o objetivo do estudo é compreender a influência dos alimentos processados no cancer de cólon retal, e destacar o papel da alimentação saudável na busca de uma vida mais longeva e com menos risco de hospitalização ou necessidade de intervensão cirurgica.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura científica, com o objetivo de obter uma compreensão sólida sobre a influência de alimentos processados no desenvolvimento do câncer de cólon e reto. A pergunta norteadora estabelecida para direcionar o estudo foi: “Qual a influência de alimentos processados no desenvolvimento do CCR?”. Para compilar a bibliografia especializada, foram utilizadas as bases de dados PubMed, Portal Regional da BVS e Google Acadêmico. Nestas plataformas, foram encontrados artigos originais com Digital Object Identifier (DOI). Foram selecionados descritores relacionados a doenças e neoplasias do sistema digestório em português e inglês, combinados utilizando o operador booleano “AND”.

A busca resultou em centenas de artigos científicos sobre o câncer de cólon e reto. Entretanto, foram excluídos os artigos que não abordavam especificamente a correlação entre o câncer de cólon e reto e o consumo de alimentos processados. Também foram descartados artigos duplicados, artigos de revisão e foram considerados artigos antigos quando não havia obras específicas disponíveis sobre o tema selecionado (Figura 1).

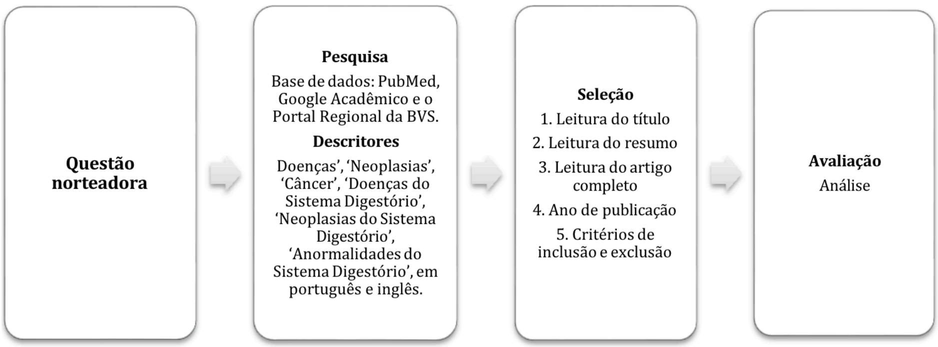



Figura 1 – Processo de desenvolvimento da revisão integrativa.

Fonte: Autoria própria (2023).

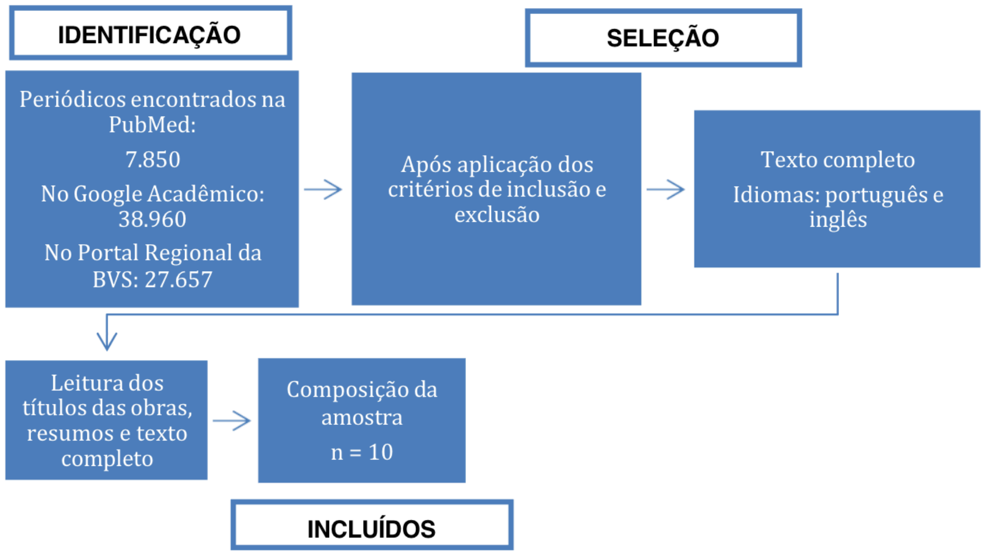
Logo, o tipo de pesquisa utilizado no estudo foi a análise de conteúdo, que consiste em um exame detalhado sobre os dados obtidos, com a finalidade de obter maior entendimento e elaborar hipóteses sobre o tema (BARDIN, 1977). Isso se materializou através do estudo bibliográfico, o qual nos proporcionou uma análise qualitativa a respeito das unidades temáticas eleitas (ZENELLA, 2013).

Dessa maneira, neste estudo, buscamos promover uma análise minuciosa do tema, por meio do exame de dados, no que se refere ao potencial carcinogênico dos alimentos processados e sua influência no CCR. A análise de conteúdo nos permitiu identificar as principais informações presentes nos artigos selecionados, bem como as tendências e padrões emergentes relacionados à temática. As informações coletadas foram organizadas e categorizadas, permitindo uma compreensão aprofundada das evidências científicas disponíveis. Essa abordagem nos proporcionou uma visão holística e crítica sobre o assunto, permitindo-nos formular conclusões embasadas nos achados da literatura.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o levantamento da literatura especializada, utilizamos o PubMed, o Portal BVS e o Google Acadêmico como bases de dados. Nessas plataformas, utilizamos os descritores mencionados anteriormente e encontramos um total de 7.850 artigos no PubMed, 27.657 artigos no Portal Regional da BVS e 38.960 artigos no Google Acadêmico. Fomos excluindo os artigos que não abordavam a temática selecionada em seus títulos e que não se enquadravam no período de 2003 a 2023.

No decorrer da pesquisa, observamos que havia poucos artigos sobre o tema selecionado. Portanto, após uma análise minuciosa, selecionamos 10 obras que serviram como base para o presente estudo, incluindo artigos científicos e livros que discutiam o surgimento do CCR e a influência dos hábitos alimentares nesse processo. Essa seleção foi representada no fluxograma 1.




Fluxograma 1 – Fluxograma da seleção de obras.

Fonte: Autoria própria (2023).

Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos na pesquisa, apresentamos o Quadro 1.

| Id | Autores/ano | Títulos | Periódico / Editora |
|---|---|---|---|
| 1 | ALTENBURG; BIONDO-SIMÕES; VON BAHTEN, 2009 | A pesquisa de sangue oculto nas fezes associadas a um questionário e Sintomas na Prevenção do Câncer Colorretal. | Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões. |
| **2** | CRUZ *et al.*, 2007 | Câncer colônico: epidemiologia, diagnóstico, estadiamento e gradação tumoral de 490 pacientes. | Revista Brasileira de Coloproctologia. |
| **3** | DAGOSTIN; RIGO; DAMÁZIO, 2019 | Associação entre alimentação vegetariana e a prevenção do câncer colorretal: uma revisão de literatura. | Revista Contexto & Saúde. |
| **4** | ESCOTT-STUMP; MAHAN, 2002 | Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. | Editora Roca. |
| 5 | LASER; SOARES, 2001 | Aspectos nutricionais e atividade física na prevenção do câncer colorretal. | Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação Nutrição. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | LOBO; GIGLIO; AGUIAR, 2020 | Perfil epidemiológico do câncer colorretal. | Clinical Oncology Letters. |
| 7 | NUNES; LOPES; RODRIGUES, 2021 | Informativo sobre o processo de desenvolvimento de câncer. | Revista Liberum accessum. |
| **8** | SANTIAGO; PAIVA, 2021 | Carcinoma colorretal nos cuidados de saúde primários em Portugal: indicadores de rastreio e frequência. | Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar. |
| 9 | SANTOS JÚNIOR, 2008 | Câncer ano-reto-cólico: aspectos atuais IV - câncer de cólon - fatores clínicos, epidemiológicos e preventivos. | Revista Brasileira de Coloproctologia. |
| **10** | ZANDONAI; SONOBE; SAWADA, 2012 | Os fatores de riscos alimentares para câncer colorretal relacionado ao consumo de carnes. | Revista da Escola de Enfermagem da USP. |

Quadro 1 – Caracterização relativa aos autores, ano, título e periódico/editora da amostra final.

Fonte: Autoria própria (2023).

### 3.1 Alimentos ultraprocessados

No contexto da alimentação, especialmente em relação aos alimentos processados e ultraprocessados, observamos que esses alimentos têm alto teor de gorduras, açúcares e sal, enquanto apresentam quantidades mínimas ou quase inexistentes de vitaminas e fibras. Isso ocorre devido aos processos químicos, físicos e biológicos pelos quais esses alimentos passam para se tornarem microbiologicamente seguros, saborosos e com maior tempo de armazenamento do que os alimentos in natura (ZANDONAI; SONOBE; SAWADA, 2012).

Consequentemente, as alterações químicas realizadas nesses produtos podem torná-los carcinogênicos devido à presença de substâncias como acrilamidas, aminas heterocíclicas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e nitratos. O consumo contínuo dessas substâncias pode desencadear o surgimento de neoplasias gástricas, de cólon e reto, bem como de outros tipos de câncer, como o de mama (SANTIAGO; PAIVA, 2021).

### 3.2 Câncer de colón e reto: causas, sintomas e tratamento

Existe uma associação entre o câncer colorretal em indivíduos sedentários e com dieta rica em carnes vermelhas processadas, além daqueles que fazem uso abusivo de álcool. Vale ressaltar que alimentos ultraprocessados, como linguiças, presunto, bacon e salsichas, também estão relacionados ao surgimento do câncer de cólon (SANTOS JÚNIOR, 2008). O estudo caso-controle e de coorte que investigou a relação entre o consumo de carnes vermelhas e seus derivados processados encontrou uma associação relevante nesse sentido (ESCOTT-STUMP; MAHAN, 2002).

Os sintomas apresentados pelos pacientes com câncer de cólon variam dependendo da localização e estágio da doença. Geralmente, os pacientes não apresentam sinais

e sintomas específicos, o que dificulta um diagnóstico precoce. No entanto, existem características específicas que podem servir como indicadores, tais como: mudanças no padrão intestinal, episódios frequentes de diarreia ou constipação, presença de sangue nas fezes, dor durante a evacuação, fezes finas, flatulência frequente, desconforto estomacal, perda de peso inexplicada e fadiga constante (ESCOTT-STUMP; MAHAN, 2002).

O tratamento do câncer colorretal envolve diferentes abordagens, como cirurgia, imunoterapia, radioterapia e quimioterapia (ALTENBURG; BIONDO-SIMÕES; VON BAHTEN, 2009; CRUZ et al., 2007). Em um estudo realizado com 60 pacientes diagnosticados com câncer colorretal, foi observado que cerca de 41% dessas pessoas apresentavam histórico de doenças crônicas, como hipertensão arterial e diabetes tipo 2, que estão associadas a uma dieta inadequada e ao consumo de alimentos processados, o que fortalece os argumentos mencionados anteriormente (LOBO; GIGLIO; AGUIAR, 2020).

### 3.3 Mecanismos biológicos envolvidos na relação alimentos processados e CCR

A associação entre o consumo de carne vermelha e seus derivados processados com o surgimento do câncer colorretal está relacionada principalmente à forma de preparo desses alimentos. As altas temperaturas utilizadas durante o cozimento podem levar à formação de substâncias carcinogênicas, como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, benzo[a]pireno e aminas aromáticas heterocíclicas, devido à carbonização e pirólise das proteínas (ESCOTT-STUMP; MAHAN, 2002).

No entanto, a relação entre o consumo de gorduras e o câncer colorretal ainda não é totalmente compreendida, embora haja uma forte associação, de acordo com especialistas, com o consumo excessivo de gorduras saturadas. Essas gorduras estão presentes na fabricação de muitos alimentos industrializados.

Acredita-se que o mecanismo carcinogênico possa estar relacionado aos sais biliares. O consumo excessivo de gorduras, quando no duodeno, pode estimular uma maior secreção de bile, aumentando os produtos resultantes de sua degradação e potencialmente causando danos aos tecidos, o que está associado ao aumento da proliferação celular (LESER; SOARES, 2001).

## 4 I CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta revisão integrativa, podemos concluir que existe uma clara relação entre o consumo de alimentos processados e o desenvolvimento do câncer de cólon e reto. Os alimentos ultraprocessados, que possuem altos teores de gorduras, açúcares, sal e baixos teores de vitaminas e fibras, passam por processos químicos, físicos e biológicos que podem resultar na formação de substâncias carcinogênicas.

Dentre essas substâncias, destacam-se as acrilamidas, aminas heterocíclicas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e nitratos, as quais, quando ingeridas de forma

contínua, podem desencadear o aparecimento de neoplasias no sistema digestório, incluindo o câncer de cólon e reto.

É importante ressaltar que a relação entre o consumo de gorduras e o câncer colorretal ainda não está completamente esclarecida, mas evidências sugerem que o consumo excessivo de gorduras saturadas, presentes em alimentos processados, pode contribuir para o aumento do risco dessa doença.

Diante desses achados, é fundamental promover hábitos alimentares saudáveis, com redução do consumo de alimentos processados e ultraprocessados, além de incentivar a adoção de uma dieta equilibrada, rica em fibras, vitaminas e minerais. Essas medidas podem contribuir para a prevenção do câncer de cólon e reto, bem como de outras doenças relacionadas à alimentação inadequada.

Essas descobertas reforçam a importância de políticas públicas voltadas para a educação alimentar e a promoção de uma alimentação saudável, assim como a conscientização da população sobre os riscos associados ao consumo excessivo de alimentos processados. Além disso, ressaltam a necessidade de futuras pesquisas que aprofundem o conhecimento sobre os mecanismos biológicos envolvidos nessa relação, a fim de subsidiar ações de prevenção e tratamento mais eficazes.

## REFERÊNCIAS


ALTENBURG, F. L.; BIONDO-SIMÕES, M. L. P.; VON BAHTEN. L. C. A pesquisa de sangue oculto nas fezes associadas a um questionário e Sintomas na Prevenção do Câncer Colorretal. **Rev. Bras. Col.**, [s. l.], v. 1, n. 29, p. 57- 64, 2009.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL (Estado). Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Lei nº 8.090, de 19 de setembro de 1990**. Brasília, DF, 19 set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigitel Brasil 2018**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros [*Internet*]. Vigitel. 2019. 152 p.

CRUZ, Geraldo Magela Gomes da *et al*. Câncer colônico: epidemiologia, diagnóstico, estadiamento e gradação tumoral de 490 pacientes. **Rev. Bras. Coloproct**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 139-153, 2007.

DAGOSTIN, C. T.; RIGO, F. K.; DAMÁZIO, L. S. Associação entre alimentação vegetariana e a prevenção do câncer colorretal: uma revisão de literatura. **Revista Contexto & Saúde**, [s. l.], v. 19, n. 37, p. 44-51, 2019.

ESCOTT-STUMP, Sylvia; MAHAN, L. Kathleen. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 9.ed. São Paulo: Roca, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Ministério da Saúde (MS). **ABC do câncer**: abordagens básicas para o controle do câncer. 6. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2020. 114 p. Disponível em: https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/livro-abc-6- edicao-2020 pdf.

LESER, S.M; SOARES, E.A. Aspectos nutricionais e atividade física na prevenção do câncer colorretal. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação Nutrição**, São Paulo, v. 21, p. 121-145, 2001.

LOBO, Fernanda Laraia da Rocha; GIGLIO, Auro del; AGUIAR, Pedro da Costa. Perfil epidemiológico do câncer colorretal. **Clinical Oncology Letters**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 1-12, maio 2020.

NUNES, J. V. O.; LOPES, T. R.; RODRIGUES, G. M. Informativo sobre o processo de desenvolvimento de câncer. **Revista Liberum accessum**, [s.l.], v. 9, n. 3, p. 13- 18, 2021.

SANTIAGO, Luiz Miguel; PAIVA, José Miguel. Carcinoma colorretal nos cuidados de saúde primários em Portugal: indicadores de rastreio e frequência. **Rev. Port. Med. Geral. Fam**., Lisboa, v. 37, n. 3, p. 205-212, 2021.

SANTOS JÚNIOR, Júlio César M. Câncer ano-reto-cólico: aspectos atuais IV - câncer de cólon - fatores clínicos, epidemiológicos e preventivos. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, [s.l.], v. 28, n. 3, p. 378- 385, set. 2008.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, Raquel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, mar. 2010.

ZANDONAI, Alexandra Paola; SONOBE, Helena Megumi; SAWADA, Namie Okino. Os fatores de risco alimentares para câncer colorretal relacionado ao consumo de carnes. **Rev. Esc. Enferm. USP**., São Paulo, v. 46, n. 1, p. 234-239, 2012.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

# AVALIAÇÃO DE EXPRESSÃO HEPÁTICA DE PROTEINA PRÓ-APOPTÓTICA CASPASE 3 CLIVADA, EM RATOS SUBMETIDOS A DESNUTRIÇÃO INTRAUTERINA E NA LACTAÇÃO RECUPERADOS COM DIETA A BASE DE SOJA

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Camille Feitosa Almeida**
Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição
Cuiabá – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/3232598608649892

**Thayná Yara Ribeiro Schwarz Godoy**
Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição
Cuiabá – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/2647874406604648

**Bruna Galdini dos Santos**
Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição
Cuiabá – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/4534699256730375

**RESUMO: Introdução:** A origem das doenças crônicas não transmissíveis que se manifestam na vida adulta pode ser explicada pela hipótese do fenótipo econômico. Propõe-se que a restrição de nutrientes na vida intrauterina e na lactação causem danos na estrutura e/ou funções de órgãos. Essa restrição causa uma programação metabólica que é benéfica e vantajosa para o indivíduo, porém quando este é exposto a uma dieta normal pode causar disfunções, levando a propensão de resistência à insulina e diabetes *mellitus* tipo 2 na vida adulta. Essas patologias tem uma estreita relação com o aumento do TNFα que pode promover e amplificar a resistência à insulina. Indivíduos que sofreram restrição protéica na vida intrauterina e na lactação e recuperados com dieta de caseína, apresentam inflamação no tecido hepático. Sabe-se que o aumento do TNFα pode promover e aumentar os níveis de apoptose celular. A apoptose regula a população celular, controla os processos de desenvolvimento e morfogênese e limita as reações imunes, além disso, apresenta importante mecanismo fisiopatológico de lesão tecidual. A soja tem surgido com um alimento funcional devido ser uma proteína rica em isoflavonas que possuem efeitos favoráveis na homeostase da glicose e no metabolismo lipídico, e vem ganhando destaque na recuperação nutricional da desnutrição em ratos. Porém alguns estudos tem mostrado resultados controvérsos, havendo a necessidade de mais estudos sobre o consumo desse grão. Apesar da vasta literatura que descreve os benefícios do consumo da soja, ainda há muita controvérsia sobre suas propriedades terapêuticas, dados os efeitos prejudiciais

descritos, como alterações na histoarquitetura do fígado, aumento da insulinemia e biomarcadores séricos de danos ao fígado, além do efeito toxicológico e carcinogênico da genisteína. Curiosamente, os mecanismos apoptóticos estão frequentemente relacionados à ação da genisteína em células cancerosas seletivamente e não às células normais in vitro. **Objetivo:** Levando esses efeitos em consideração o objetivo do nosso trabalho é analisar os níveis de apoptose celular, comparando as proteina envolvinas na apoptose e Caspase-proliferação celular. **Metodologia:** Procedimentos experimentais foram aprovados pela CEUA (Número Processo 23108.123676 / 2015-62). Ratos Wistar machos alimentados com 17 ou 6% de proteína durante a gestação e lactação foram mantidos em 17% de caseína (grupos CC e LC) ou 17% de soja (CS e grupos LS) até aos 90 dias de idade. Foram utilizadas as técnicas de imuno-histoquímica para verificar o número de células em apoptose marcadas com Caspase 3 clivada e comparação com as celulas em proliferação marcadas por ki67. **Resultados e discussão:** Observamos aumento na Caspase3-Clived e nos grupos recuperados alimentados com dieta de soja CS e LS $F_{1,12} = 27,23$; ($p < 0,0002$). em comparação com animais alimentados com dieta com caseína CC e LC $F_{1,12} = 11,83$; ($p < 0,0049$). Assim, usamos o Ki67 como marcador de proliferação e observamos uma diminuição significativa ($F_{1,12} = 72,24$, $p < 0,0002$) nos grupos de animais alimentados com dieta de soja CS e LS, em comparação com os grupos que receberam dieta com caseína CC e LC. Esses resultados confirmam outros resultados encontrados em nosso grupo de pesquisa feitos anteriormente mostrando que os níveis de TNFα foi semelhante entre o CS (68 ± 13,55 AU) e LS (62 ± 10,63 AU) e maior que o grupo CC (47 ± 7,27 UA). **Conclusão:** Em conclusão, a dieta da soja tem, pelo menos em parte, um papel no desenvolvimento da apoptose pela ativação de proteínas apoptóticas no fígado de ratos.
**PALAVRAS CHAVES:** Desnutrição; programação metabólica; soja; ratos.

# CAPÍTULO 7

# ALIMENTOS FUNCIONAIS COLORIDOS

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Maria Inês Bruno Tavares**
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano. Rio de Janeiro, RJ, Brazil

**Regina Felipe do Ó**
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano. Rio de Janeiro, RJ, Brazil

**Mariana da Silva Alves**
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano. Rio de Janeiro, RJ, Brazil

**RESUMO:** Os alimentos funcionais e temperos funcionais, são aqueles que possuem bioativos benéficos aos nosso organismo, fortalecendo e tornando-o protegido contra vários tipos de doenças, principalmente as doenças cronicas não transmissíveis (DCNT). Assim vamos avaliar o porque os alimentos funcionais são coloridos e porque om prato quanto mais colorido, mais saudável é. Os bioativos presentes nos alimentos funcionais são os repsonsáveis pela sua cor e com isso já sabemos quais os bioativos presnetes em maior proporção em cada tipo de alimento e assim poder combiná-los nas referições. Esse tipo de avaliação irá propiciar combinações de alimentos funcionais do dia a dia, gostosos, fáceis de preparar e de custo baixo ou não elevado. Trazendo como benefício fundamental o aumento rápido da imunidade do organismo; que com certeza irá auxiliar no combate as doenças.

## INTRODUÇÃO

Porque os alimentos são coloridos? Os alimentos funcionais são coloridos em função dos tipos de bioativos presentes no mesmo e portanto também podem ser classificados pela sua cor. A informação sobre o tipo de bioativo presente nos alimentos funiconais permitirão o seu uso e portanto, contribuirão para a saúde humana e bem-estar da sociedade; principalmente quando do envelhecimento natural da população. Uma alimentação saudável contribuirá em muito para a aborção dos bioativos, nutrientes e conseuqnetemente os medicamentos que estiverem sendo utilizados, quer seja de uso contínuo como para a pressão arterial, colesterol,

triglicerídeos e diabetes, por exemplo, além de outros normalemtne utilizados nas pessoas por possuem as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

Os flavonoides é uma classe de bioativos extremamente benéficos para a nossa saúde, porque contribuem para a manutenção da função cerebral adequada e um melhor fluxo sanguíneo.

Além dos bioativos, os alimentos funcionais também apossuem em sua composição metais de extrema importância na nossa saúde, como por exemplo: Ferro, Manganês, Magnésio, Cálcio e Zinco, dentre outros que tem propriedades fantásticas no nosso organismo.

Os alimentos funcionais são classificados como aqueles que nutrem e também podem ajudar na prevenção ou postergação do aparecimento de doenças por possuir bioativos específicos e altamente benéficos para a nossa saúde. Esses compostos são capazes de atuar no nosso organismo de forma positiva e benéfica de acordo com sua ações específicas. Como exemplo tem-se as ações dos antioxidantes presentes em frutos como o tomate, que é o licopeno; na uva que o resveratrol e na canela, que é o aldeído cinâmico, dentre outros. Esses antioxidantes quando ingeridos regularmente auxiliam na diminuição do estresse oxidativo normalmente gerado no nosso organismo e, consequentemente a geração de radicais livres, pois os radicias livres sãor reposnsáveis por desencadearem uma série de doenças e distúrbios no nosso organismo que vão desde de pequenos processos inflamatórios nas veias, como o diabetes e até o câncer.

Então entendentendo um pouco porque os laimentos funcionais são coloridos. Os alimentos funcionais podem ser classificados por sua cor, que serão exemplificadas a seguir:

**A) BRANCA**

Fazem parte desta cor o alho, cebola, alho-francês, pepino, cogumelos, couve-flor, maçã e melão, repolho branco. Os alimentos brancos contêm fotoquímicos como a **inulina**. Este bioativo natural está associado à prevenção de acidentes cardiovasculares e de acidentes vasculares cerebrais. Apesar destas características diferenciadas, esses alimentos também são depurativos devido à quantidade de compostos sulfurosos que são anti-inflamatórios naturais. Além disso, eles têm baixa quantidade de sódio e um alto teor em água, o que favorece a diurese. E, graças às fibras alimentares, ajudam a regular a função intestinal, a glicemia e o colesterol. Nestes alimentos também são encontradas vitaminas do complexo B e flavonóides que atuam protegendo as células do nosso organismo e melhrando a imunidade do mesmo.

Exemplificando:

**Alho**: Possui antioxidantes podem impulsionam o sistema imunológico, melhorando gripes, por exemplo. Além disso, também contém, Alicina, importante bioativo para a memória. Possui propriedades antifungicas e antiinflamatórias.

**Cebola**: Possui ação anti-inflamatória devido a presença da **quercetina**, pois este bioativo alivia o desconforto da artite, reduz os riscos associados com o cancer, doenças cardíacas, diabéties, e aumenta a imunidade.

**Cogumelos**: possuem poucas calorias, não contém gordura, nem colesterol, e não possuem glutem, além de ter um baixíssimo teor de sódio, qua se zero. Além disso, eles são são ricos em selenio, potássio, riboflavina, niacina e a vitamina D.

**Couve-flor**: É constituída de compostos sulfurosos que estão associados com a proteção contra o cancer, além do reforço do tecido ósseo, e da manutenção dos vasos sanguíneos saudáveis.

**B) AMARELA**

Quando se pensa em alimentos amarelos, gordura pode não ser a primeira coisa a vir à mente. Entretanto certos tipos de gorduras insaturadas, como os ácidos graxos: **ômega 3 e ômega 6,** são essenciais para a vida e devem ser consumidos, pois tem ações extremamente benfícas para o organismo em geral e para o cérebro. Estas gorduras são importantes para o crescimento adequado em crianças, para uma pele saudável, e para ajudar a regular o colesterol e os nível de glicose.

A gordura dos alimentos (que são lipossolúveis) também é necessária para o transporte e absorção das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K, bem como os carotenoides. Ácidos graxos ômega 3 e 6 ajudam a reduzir o risco de doenças cardíacas e promover a saúde do cérebro e visão. Assim, o consumo mais frequente de peixes como o salmão, cavala, atum, bacalhau e truta são especialmente ricos nestas gorduras benéficas e tem a relação EPA e DHA correta para os benefícios no nosso corpo.

A linhaça e as oleaginosas são as ótimas fontes dos ácidos graxos ômega, além da lima, limão siciliano, que também possuem estes nutrientes. O milho também faz parte desta cor de alimentos e tem a **zeína** que é uma proteína do glúten do milho e é rico em fibras. No ovo encontra-se a luteína e a zeaxantina e no mamão, na manga e na tangerina betacriptoxantina Esses bioativos possuem ação antiinflamatória, sendo importantes no controle da pressão arterial. Outros exemplos são o abacaxi, que tem ação diurética, o melão, a carambola, o pimentão amarelo e a laranja lima. Possuem excelentes antioxidantes e ajuam no controle de várias doenças.

**C) LARANJA**

As frutas e legumes que apresentam a coloração laranja, possuem bioativos que dentre vários benefícios ajudam a manter uma pele saudável além de reforçar o sistema imunológico. Como exemplos tem-se a cenoura, a abóbora, a manga, as frutas cítricas cítricos, o pêssego dentre outros. Todos esses tipos de alimentos contêm uma podereoso antioxidante chamado de **beta-caroteno**, como sabido que nutre e protege a pele, tanto que é usado na área cosmética em bronzeadores. Contém ainda potássio, ácido fólico e

vitamina C, que é um poderoso antioxidante que ajuda na absorção de ferro e no sistema imunológico. Assim, um suco de laranja, uma salada com cenoura são importantes para os benefícios a saúde e também ajudam a carrear o ferro para o sangue, e atuam beneficamente quando o paciente possui anemia ferropriva. Os alimentos alaranjados também são ricos em vitamina A, esta vitamina tem uma função importante no auxílio da visão, prevenindo doenças como catarata e degeneração muscular.

**D) VERMELHA**

Este grupo é composto por alimentos como o **tomate** grande fonte de **Licopeno**, este bioativo é um poderoso anti-oxidante que atua na defesa do organismo contra o cancer de próstata e o colo do útero, além do tomate, tem-se o pimentão vermelho, o morango, a melancia, a framboesa, dentre outras frutas vermelhas como ameixa são fundamentais para uma boa alimentação. Esses alimentos também contém em sua composição a vitamina C, magnésio e outos tipos de fitoquímicos, que previnem vários tipos de câncer e ajudam a diminuir o risco de doenças do sistema urinário. Os alimentos de cor vermelha também atuam na proteção contra diversas doenças e o estresse.

**Maças vermelhas**: Essa fruta é extremamentre rica em vitamina C e potássio. Além de ter um alto teor de fibras solúveis, pectina, que combate o colesterol. E portanto,atua fortemente na proteção do coração, impedindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e o entupimenrtos das artérias.

**Morango**: Esta fruta é uma excelente fonte de antioxidantes. Além de antocianina, ácido elágico e licopeno, essa fruta apresenta catequina e delfinidina, que são dois compostos fenólicos que potencializam a ação contra os radicais livres. Devido a esse antioxidante, o morango é uma das frutas que mais favorece o rejuvenescimento da pele. A catequina ainda auxilia no fortalecimento da imunidade organismo. É rico em fibras solúveis, que auxiliam na redução do colesterol. Isso porque ao serem digeridas, essas fibras formam um gel que se liga às gorduras e que são eliminadas no bolo fecal.

**E) ROXA**

Os alimentos que possuem esta cor são ricos em ácido elágico, que combatem o envelhecimento e diminuem o risco de vários tipos de câncer. A este grupo pertencem: a cebola roxa, o repolho roxo, a beterraba, a beringela, o mirtilo, a ameixa, o figo, a amora ou uva preta. Seus principais bioativos além do ácido elágico são **antocianinas**, são ricos neste componente além dos **antioxidantes e fitoquímicos**. Como exemplo de anti-oxidantes fortes tem-se o **beta-caroteno** que auxilia na melhora da visão; o **resveratrol** presentes na uva e no vinho tinto, e as **antocianinas**, que podem atuar tanto no controle da glicemia, quanto na melhora da resistência à insulina, além disso essa classe de compostos têm efeitos antioxidantes, **anti-inflamatórios** e ainda atuam no controle de

peso, o que pode facilciar na regulação das células gordurosas. Alguns alimentos do uso diário estão especificados a seguir:

**Alface roxa:** as folhas roxas ajudam na prevenção e tratamento de vários tipos de câncer, e também atuam na melhora da saúde da pele e dos cabelos.

**Ameixa:** É rica em minerais e vitaminas C e E, ajuda controlar a gicemia, triglicerídeos e o colesterol. O suco de ameixa é um poderoso antioxidante e, combate o envelhecimento precoce, atua no sistema respiratório melhorando o mesmo e no sistema digestivo.

**Batata-doce:** Rica em fibras, a batata-doce auxilia tanto na digestão quanto no controle do colesterol. É ótima para ser consumida antes dos exercícios físicos. E por ter baixo índice glicemico não gera picos de glicose.

**Berinjela:** É rica em antocianinas e muito importante em dietas de emagrecimento porque além de conter saponina (ajuda a quebrar moléculas de gordura) e também impede absorção desta pelo organismo. É igualmente importnate para a diminuição da glicemia.

**Cebola roxa:** A cebola roxa ajuda a aumentar a produção de alicina e aliina, enzimas que combatem o colesterol.

**Jabuticaba:** É uma fruta que tem em sua casca, fibras e vitaminas, como a vitamina C e as vitaminas do complexo B, compostos fenólicos funadamentais para a saúde e ajudam também no comabte a glicemia.

**Mirtilo:** É uma fruta que contém vitaminas A, B, C, E e K, minerais como potássio, cálcio, magnésio e fósforo. Também é rica em antioxidantes, como a antocianina, sendo muito importante no controle da glicemia e evita vários tipos de cancer.

**Repolho roxo:** pouco calórico, ótima fonte de vitamina C e rico em fibras. Ajuda a fortalecer o sistema imunológico e, por conter selênio, favorece uma pele saudável. Também é cicatrizante e combate gripes e resfriados. O repolho roxo tem alto teor de vitamina C e fósforo.

**Uva:** Possui um ótimo antioxidante que é o resveratrol e é rica em vitaminas C e do complexo B, também pssui potássio e carotenos. Ajuda a prevenir e melhorar para ácido úrico, prisão de ventre, bronquite e hipertensão arterial.

### F) VERDE

O verde é a cor mais abundante na natureza. Esta cor está presente na alcachofra, acelga, agrião, rúcula, alface, brócolis, couve, espinafres, espargos, kiwi, abacate, pimentão verde e etc. São alimentos ricos em magnésio, que favorece o relaxamento muscular e diminui a sensação de cansaço; ácido fólico, importante durante a gravidez, para que o bebé cresça adequadamente; possuem também **luteína** e os **terpenoides** que são **antioxidantes** fortes e muito benéficos ao organismo de um modo geral; ainda possuem fibra alimentares e **potássio** e as **vitaminas A, E e C**, que melhoram a digestão,

previnem a prisão de ventre e, as doenças cardiovasculares e tem ação antioxidante muito forte, ajudando na prevenção de várias doenças. Com destaque para a couve que posssui várias fibras, ferro, potássio, magnésio, manganês, calcio, betacaroteno, e várias vitaminas como a vitamina C. A grande quantidade de oxidantes presentes nos alimentos verdes, tem o poder de minimizar os efeito dos radicais livres que existem livremente no nosso organismo e podem lesionar ou matar nossas células, causando a oxidação da mesma. O resultado deste processo pode ser tanto o envelhecimento precoce, como o aparecimento várias doenças a exemplo das cardiopatias, aterioslerose, diabetes e até mesmo o câncer. Considerando ainda as propriedades fitonutrientes, esses alimentos tem o poder de fortalecer nosso sistema imunológico e combater os danos da radiação e luz ultravioleta.

### G) MARRON

Os alimentos de cor marrom são ricos em fibras, gorduras boas e vitaminas do complexo B, e a vitamina E. Esses constiuíntes são encontrados em pães de trigo integral, cereais e massas integrais, esses alimentos são mais ricos em fibras que tem geralmente essa cor. A fibra insolúvel encontrada no farelo de trigo, farelo de milho, peles de frutas e vegetais e grãos integrais pode contribuir para a manutenção de um trato digestivo saudável e reduzir o risco de alguns tipos de câncer. Além disso promovem um bom fluxo intestinal e saúde para a microbiota, sendo muito importante tendo em conta que o intestino é o nosso segundo cérebro, e portante deve ter um bom funcionamento para evitar vários tipos de doenças.

Outro tipo de fibra dietética é chamado de **betaglucano**. Este componente também pode ser encontrado em alimentos como a canela, farelo de aveia, farinha de aveia, linhaça, chia, cevada e centeio e a batata yacon. Os alimentos que contém betaglucano podem reduzir o risco de doenças cardíacas e coronarianas e diminuir a glicemia.

Com atenção especial nas Nozes - essa especiaria tem ações anti-inflamatória, anti-fungicas e tem vários bioativos importante para o controle da glicemia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma alimentação completa e saudável devemos ter atenção na cor dos ALIMENTOS que comemos.

Agrupar os alimentos já é feito há séculos, então agrupar alimentos das cores vermelho, Verde, Roxo e Marrom, pois possuem vários tipos de flavonoides; que são muito benéficos a saúde. Como combinar, exemplo: frutas vermelhas,oregano, uvas ou vinho tinto, nozes, amendoas, são excelente fontes de flavanoides.

Quanto mais cor houver no seu prato, mais tipos de bioativos, que ajudam a combater os radicais livres, vão ser ingeridos, pois cada alimento nos oferece, pelo menos, um tipo diferente de antioxidante. O ideal é que se atinja no mínimo de 3 a 4 cores diferentes nas

refeições principais como café da amanhã, almoço e jantar. Não esquecendo a hidratação e sempre que possível o exercício, se for diário, será excelente.

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece as agências brasileiras de fomento, CNPq e a FAPERJ, pelo apoio as bolsas de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BECERRA-MORENO, A. et al. Kale, An excellent source of vitamin C, pro-vitamin A, lutein and glucosinolates. CyTA – Journal of Food, 12, 298–303, 2014.

Bruna Jungles Ferreira, Ender da Silva Mota, Sheila Farias Alves Garcia, Percepção dos consumidores brasileiros frente aos alimentos orgânicos: um estudo exploratório acerca dos atributos, benefícios e barreiras, Brazilian Journal of Development, 3, nº 2, (2017).

CAN-CAUICH, C. A. et al. Effect of extraction method and specie on the content of bioactive compounds and antioxidant activity of pumpkin oil from Yucatan, Mexico. Food Chemistry, 2019.

CARISA, D. et al. Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. Food Chemistry, 196, 101–1107, 2016.

CRISTINA, A. et al. Processing of three different cooking methods of cassava: Effects on in vitro bioaccessibility of phenolic compounds and antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology, 2016.

DE PAULA, A. S. et al. Influência dos Métodos de Cocção na Preservação de Antioxidantes e Compostos Bioativos, Análise Físico-Química e Sensorial em Abóbora Cabotiá (Curbita Moschata Duch). Fag Journal of Health, 1, 1–23, 2019.

DIAS J. S R., MENDES F. Z. C., NOLASCO M.V.F.M, BOGO D., Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional Braz. J. of Develop., Curitiba, 6, 15716-15735, 2020.

EZEOCHA, V. C.; OJIMELUKWE, P. C. The impact of cooking on the proximate composition and anti-nutritional factors of water yam (Dioscorea alata). Journal of Stored Products and Postharvest, 3, 172–176, 2012.

IULIANELLI, G.C.V., ALVES, M. S.; BRANQUINHO, C. P.; MERAT, P. P.; TAVARES M. I. B., Sopa de alimentos funcionais? Propicia o aumento da imunidade defesa contra a ação do covid-19. Brazilian Journal of Development, v. 7, p. 2-6, 2021.

OBIDIEGWU, J. E.; LYONS, J. B.; CHILAKA, C. A. The Dioscorea Genus (Yam)—An Appraisal of Nutritional and Therapeutic Potentials. Food Chemistry, 1–45, 2020.

PADHAN, B.; BISWAS, M.; PANDA, D. Nutritional, anti-nutritional and physicofunctional properties of wild edible yam (Dioscorea spp.) tubers from Koraput, India. Food Bioscience, 34, 1, 2020.

RIGUEIRA, G. D. J. et al. Atividade antioxidante e teor de fenólicos em couvemanteiga (brassica oleracea l. var. acephala) submetida a diferentes sistemas de cultivo e métodos de preparo. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, 37, 3, 2016.

SHAJEELA, P. S. et al. Nutritional and antinutritional evaluation of wid yam (Dioscorea spp.) 14, 723–730, 2011.

SREERAMULU, D.; RAGHUNATH, M. Antioxidant activity and phenolic content of roots, tubers and vegetables commonly consumed in India. Food Research International, 43, 017–1020, 2010.

WANASUNDERA, J. P. D.; RAVINDRAN, G. Effects of cooking on the nutrient and antinutrient contents of yam tubers (Dioscorea alata and Dioscorea esculenta). Food Chemistry, 45, 247–250, 1992.

WANG, J. M. et al. Antitumor activity of Dioscorea bulbifera L. rhizome in vivo. Fitoterapia, 83, 388–394, 2012.

YORK, N.; GARDEN, B. Cassava Leaves as Human Food. Economic Botany, 37, 331–348, 2016.

# CAPÍTULO 8

# ASPECTOS NUTRICIONAIS E BENEFÍCIOS À SAÚDE ASSOCIADOS AO CONSUMO DE SPIRULINA *(spirulina plantensis)*: UMA REVISÃO

*Data de submissão: 09/06/2023* *Data de aceite: 01/08/2023*

**Bárbara Carvalho Padovani**
Faculdades Integradas Einstein de Limeira
Limeira – SP
https://lattes.cnpq.br/6897595801259011

**Nataly Maria Viva de Toledo**
Faculdades Integradas Einstein de Limeira
Limeira – SP
https://lattes.cnpq.br/9834397695213238

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo revisar as evidências sobre a composição nutricional, aspecto sensorial e benefícios à saúde associados ao consumo de *Spirulina plantensis*. Para tal, foram analisadas as seguintes bases de dados: Scielo, PubMed, MedLine e Google Scholar utilizando como termos descritores de busca "Spirulina"; "ingestão de Spirulina"; "Spirulina e proteína"; "Spirulina e ômega 3" e seus correspondentes em inglês. Foram utilizados artigos publicados no período de 2001 a 2021. A partir dos resultados encontrados, observou-se que a Spirulina é uma importante fonte de aminoácidos essenciais, ômega 3, além de vitaminas e minerais. Estudos demonstraram diversos resultados positivos em relação ao consumo da microalga por humanos e animais, tais como auxílio na redução de peso, controle da glicemia e prevenção de doenças cardiovasculares. O uso da microalga em diversas formulações alimentícias (ex. pães, shakes, massas, etc.) demonstrou resultados promissores quanto ao aspecto sensorial, demonstrando que a Spriulina pode ser empregada como ingrediente no desenvolvimento de novos produtos. Assim, acredita-se que a Spirulina pode ser utilizada tanto como um ingrediente, quanto como um fitoterápico, cujo consumo pode ser empregado como estratégia para que indivíduos atinjam as necessidades nutricionais de proteína e ômega 3.

**PALAVRAS-CHAVE:** microalgas. proteínas vegetais. ácidos graxos essenciais. aminoácidos.

## NUTRITIONAL ASPECTS AND HEALTH BENEFITS ASSOCIATED WITH SPIRULINA CONSUMPTION *(Spirulina plantensis)*: A REVIEW

**ABSTRACT:** This work aimed to review the evidence on the nutritional composition, sensory aspect and health benefits associated with the consumption of Spirulina plantensis. For this, the following databases were analyzed: Scielo, PubMed,

MedLine and Google Scholar using “Spirulina” as search descriptor terms; “Spirulina ingestion”; “Spirulina and protein”; “Spirulina and omega 3” and its correspondents in English. Articles published from 2001 to 2021 were used. From the results found, it was observed that Spirulina is an important source of essential amino acids, omega 3, in addition to vitamins and minerals. Studies have shown several positive results in relation to the consumption of microalgae by humans and animals, such as aid in weight reduction, glycemic control and prevention of cardiovascular diseases. The use of microalgae in various food formulations (eg bread, shakes, pasta, etc.) has shown promising results in terms of the sensory aspect, demonstrating that Spriulina can be used as an ingredient in the development of new products. Thus, it is believed that Spirulina can be used both as an ingredient and as a herbal medicine, whose consumption can be used as a strategy for individuals to meet the nutritional needs of protein and omega 3.
**KEYWORDS:** Microalgae. plant proteins. essential fatty acids. amino acids.

## 1 I INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com a industrialização e mudanças dos hábitos alimentares da sociedade, observa-se uma maior ocorrência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). No entanto, alguns povos demonstraram menores incidências de casos dessas doenças, o que estaria relacionado à sua alimentação, a qual inclui alimentos funcionais, os quais não apenas nutrem, mas promovem benefícios fisiológicos à saúde (MORAES; COLLA, 2006).

Estudos indicam que uma dieta equilibrada e variada é primordial no tratamento de doenças crônicas, tornando importante conhecer a funcionalidade dos alimentos. Frente a essas questões, o estudo de novos ingredientes se faz necessário, a fim de ofertar ao consumidor produtos versáteis e que tragam efeitos benéficos à saúde.

Nesse contexto, microalgas, como a *Spirulina platenses,* têm ganhado destaque. Essas plantas costumam ser empregadas por apresentarem em sua composição elementos que podem, como um todo ou isoladamente, auxiliar na saúde humana, sendo então consideradas nutracêuticas e alimentos funcionais (CAMACHO; MACEDO; MALCATA, 2019).

Vale destacar, que a Spirulina possui grande quantidade de ácidos graxos (em especial o ômega 3), sendo que seu conteúdo ultrapassa em dez vezes o do vegetal considerado de maior produção lipídica, a palma (RADMANN; COSTA, 2008). Também é rica em proteínas, as quais estão presentes em 65-70% de seu peso seco (ROGATTO *et al.*, 2004).

As microalgas apresentam ainda vantagem de serem consideradas sustentáveis, além de possuírem biomassa classificada como Generally Recognized as Safe (GRAS) (FDA, 2003), ou seja, são alimentos considerados seguros para consumo humano, fator este que as tornam muito visadas para o desenvolvimento de novos produtos.

Frente ao exposto, e visto que a Spirulina foi classificada e recomendada como ingrediente de uso diário pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2018), o objetivo do presente trabalho foi elaborar uma revisão de literatura para apresentar informações sobre a composição nutricional da Spirulina e os benefícios à saúde humana associados ao seu consumo.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa. A pesquisa foi efetuada entre os meses de junho a setembro de 2021, sendo coletadas informações de artigos científicos disponíveis em plataformas de busca eletrônica, tais como: Scielo, PubMed, MedLine e Google Scholar. Foram utilizados artigos cuja publicação ocorreu entre 2001 e 2021, sendo considerados os seguintes termos para pesquisa: Spirulina, ingestão de Spirulina, Spirulina e proteína, Spirulina e ômega 3, Spirulina e alimentos e seus correspondentes em inglês.

Os artigos encontrados por meio da pesquisa passaram por uma pré-seleção através da leitura de seus respectivos títulos e resumos e, posteriormente, foi realizada a leitura completa de seu conteúdo para organização das informações pertinentes. Permaneceram inclusas nesta revisão as publicações, tanto em inglês quanto em português, que atenderam ao período estipulado e cujo conteúdo esteve condizente ao tema abordado e aos objetivos do presente trabalho.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *3.1 Arthrospira platensis (ou S. plantensis)*

A *Arthrospira platenses* trata-se de uma cianobactéria, também conhecida como alga azul-esverdeada. São seres fotossintetizantes, procarióticos, cujos tricomas possuem formato helicoidal aberto. São consideradas sustentáveis, de fácil cultivo e uma excelente matéria-prima para fins diversos, como uso farmacêutico ou na produção de alimentos, além de ter grande interesse comercial pela produção de sua biomassa (CAMACHO; MACEDO; MALCATA, 2019).

As microalgas apresentam grande potencial para nutrição humana por serem consideradas fontes de ácidos graxos essenciais, além de possuírem vitaminas e minerais em sua composição (MORAIS; COSTA, 2008). Sua capacidade de sintetizar ácidos graxos é de grande interesse industrial devido à sua aplicabilidade, como a produção de biocombustíveis e também para a nutrição humana e a animal (FERREIRA *et al.,* 2013).

Além disso, essas algas são facilmente cultivadas e, através de alterações ambientais, podem sofrer modificações na produção de seus lipídeos (YANG *et al.,* 2015). Assim, é possível modificar tanto a quantidade, quanto o perfil lipídico produzido para

obtenção da matéria-prima desejada (JAMES *et al.*, 2013). Nesse sentido, estudos já têm visado sua produção de forma controlada e em larga escala para fins industriais.

### 3.2 Habitat e produção em escala industrial

A espécie *Arthrospira plantensis* tem origem africana, possui afinidade com alta concentração de sal, pH básico e temperatura ambiente, sendo suas condições ideais de crescimento pH entre 9,5 e 11 e temperatura entre 25 e 30°C. Dessa forma, essa microalga é facilmente encontrada em ambientes de climas tropicais e subtropicais (SAMPAIO *et al.,* 2016). A Spirulina cresce em água e, dependendo das condições de cultivo as quais é submetida, pode gerar uma biomassa de diferente composição. A luz, a temperatura e os nutrientes com os quais entra em contato estão diretamente relacionados ao seu desenvolvimento e metabolismo (SONI; SUDHAKAR; RANA*,* 2019).

A Spirulina pode ser cultivada em sistemas aberto ou fechados, sendo mais comum e economicamente viável para produção em larga escala o cultivo em fotobiorreatores de canaleta, nos quais são inseridos a cianobactéria, água e nutrientes, que se movimentam através de lâminas giratórias, as quais possibilitam que a Spirulina fique submersa e exposta à luz em uma frequência pré-estabelecida (UEBEL *et al.,* 2019).

Os fotobiorreatores têm vantagens sobre os tanques abertos, pois além de ocuparem menos espaço, o cultivo em sistemas fechados permite maior controle do meio, prevenindo, por exemplo, a evaporação e a perda de $CO_2$, reduzindo também o risco de contaminação microbiológica (BARROS, 2010).

Para que ela capture o carbono necessário para obtenção de energia por meio da fotossíntese, em seu meio de crescimento padrão é adicionado bicarbonato de sódio, o qual fornecerá $CO_{2.}$ Porém, vale destacar que a cianobactéria também é capaz de assimilar outras substâncias orgânicas (ANDRADE; COSTA, 2008).

No cultivo da biomassa da Spirulina o tanque mais utilizado é o tipo *raceways*, que proporciona melhor circulação ao meio, auxiliando no cultivo das células que, após alcançarem densidade suficiente, são recolhidas usualmente pelo método de filtragem e posteriormente submetidas ao processo de secagem para remoção da água da microalga (DEMARCO, 2020).

Na produção de Spirulina, estratégias como suplementação de glicose, alterações de temperatura, intensidade da luz, os nutrientes adicionados ao meio, ou ainda alterações de pH e na agitação do meio de cultivo podem interferir tanto no crescimento quanto na composição da microalga, sendo que a restrição de nitrito e o aumento da temperatura e da concentração de nitrogênio e de gás carbônico promovem o aumento da síntese lipídica, enquanto temperaturas acima de 35ºC acarretam a redução na produção de biomassa (ANDRADE; COSTA, 2008; RADMANN; COSTA, 2008; BORBA; FERREIRA CAMARGO, 2018).

## 3.3 Composição nutricional da Spirulina

A microalga é um alimento rico em nutrientes como ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas, aminoácidos essenciais, minerais e fibras. Além disso, pode ser considerada um prebiótico e alimento funcional (PEREIRA et al., 2015). Na literatura, já existem dados em relação a sua composição, sendo que estudo de Zheng *et al.* (2017) traz os seguintes teores em relação aos macronutrientes (100g de Spirulina): 69 g de proteínas, 3 g de fibras, 1500 mg de ácido linolênico. Já Tang-Suter (2011) apresenta a composição da Spirulina comercial (em pó), a qual contém 63 g de proteínas e 1,93 g de ácidos graxos poli-insaturados em 100 g do produto.

Sabe-se que as proteínas correspondem a um dos componentes majoritários encontrados na microalga. Enquanto carnes e peixes apresentam percentual médio de 20% de proteína em sua composição, a Spirulina possui uma média de 65% do seu peso seco, contendo ainda todos os aminoácidos essenciais. Além disso apenas 25g/dia desta alga já atenderia a demanda de aminoácidos essenciais de um adulto. Porém, devido ao seu paladar e odor, ainda há alguns desafios e restrições que impulsionem seu consumo por humanos (SAMPAIO *et al.*, 2016).

O déficit de proteínas é uma condição que pode levar à desnutrição energético-proteica, além da sarcopenia, que afeta muitos idosos (PÍCOLI; FIGUEIREDO; PATRIZZI, 2011). Atualmente, há ainda a preocupação com novas tendências alimentares, como o vegetarianismo, que quando praticado de forma desequilibrada, pode resultar em deficiências nutricionais ligadas à qualidade proteica. (FERREIRA; BURINI; MAIA, 2006). Nesse sentido, a Spirulina pode se apresentar como estratégia para auxiliar nesses quadros.

Frente a composição proteica das microalgas, nas pesquisas de Richmond (2004) e Sampaio *et al.* (2016) foram compiladas informações para comparar a composição da *Spirulina platensis* e outros alimentos de forma quantitativa. Assim, a Tabela 1 demonstra esse levantamento e a quantidade de aminoácidos presentes em sua composição.

| Aminoácido | Percentual (%) | Aminoácido | Percentual (%) |
|---|---|---|---|
| *Isoleucina | 6,7 | Arginina | 7,3 |
| *Leucina | 9,8 | Cisteina | 0,9 |
| *Lisina | 4,8 | Tirosina | 5,3 |
| *Metionina | 2,5 | Alanina | 9,5 |
| *Fenilalanina | 5,3 | Ácido aspártico | 11,8 |
| *Treonina | 6,2 | Ácido glutâmico | 10,3 |
| *Triptofano | 0,3 | Glicina | 5,7 |
| *Valina | 7,1 | Prolina | 0,2 |
| *Histidina | 2,2 | Serina | 5,1 |
| Asparagina | ND | Glutamina | ND |

Tabela 1. Composição de aminoácidos da *Spirulina platenses* (base seca).

Legenda: * Aminoácidos essenciais; ND - Não determinado.

Fonte: Richmond (2004); Sampaio *et al.* (2016).

Como pode-se observar, a microalga possui todos os aminoácidos essenciais, os quais não são produzidos pelo organismo humano (ROGERO; TIRAPEGUI, 2008). É importante que a alimentação englobe todos os aminoácidos essenciais e em quantidade suficiente, visto que os mesmos são responsáveis pelo controle de funções metabólicas e principal matéria-prima para a síntese proteica (OLIVEIRA, 2020). Logo, a Spirulina é capaz de auxiliar na obtenção dos teores adequados desses aminoácidos ao organismo.

Foram também levantados os percentuais de ácidos graxos contidos na Spirulina (base seca). Nota-se, que a alga possui em sua composição os ácidos linoleico e linolênico (Tabela 2), os quais são considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo humano, sendo importante também sua inclusão na dieta (MANHEZI et al., 2008).

| Ácidos graxos | Percentual (%) | Ácidos graxos | Percentual (%) |
|---|---|---|---|
| Ácido láurico | 0,4 | Ácido esteárico | 1,3 |
| Ácido miristico | 0,7 | Ácido oleico | 3,8 |
| Ácido miristoleico | 0,2 | Ácido linoleico | 14,5 |
| Ácido palmítico | 45,5 | Ácido a-linolênico | 0,3 |
| Ácido palmitoleico | 9,5 | Ácido y-linolênico | 21,03 |
| Ácido hexadecadienoico | 1,2 | Ácido eicosadienoico | ND |
| Ácido heptadecanoico | 0,3 | Ácido eicosatrienoico | 0,4 |

Tabela 2. Percentual de ácidos graxos presentes em *S. platensis* (base seca).

Legenda: ND - Não Determinado.

Fonte: Richmond (2004); Sampaio *et al.* (2016).

O ômega 3 é um ácido graxo que tem preferência sobre as enzimas desaturases D6 e D5. Logo, o consumo de ácidos graxos pertencentes à família do ômega 3 (ácido linolênico, EPA e DHA) auxiliará na resposta anti-inflamatória por favorecer a síntese de mediadores inflamatórios da série ímpar (GARÒFOLO, 2006).

Ainda sobre a composição da Spirulina, a Tabela 3 apresenta um comparativo entre as quantidades de cálcio, ferro, potássio, magnésio e manganês, e de outros alimentos ricos em proteínas como leite de vaca, soja e ovo de galinha.

| Minerais | *S. platenses* | Leite de vaca em pó | Soja | Ovos de galinha |
|---|---|---|---|---|
| Ca | 4.000 | 890 | 206 | 42 |
| Fe | 1.060 | 0,5 | 13,1 | 1,6 |
| K | 15.200 | 1.132 | 1.922 | 150 |
| Mg | 4.800 | 77 | 242 | 13 |
| Mn | 26 | Tr | 2,87 | Tr |

Tabela 3. Minerais identificados (mg/100g) em S. *plantensis* (base seca), leite de vaca em pó, soja e ovo de galinha.

Legenda: Ca – cálcio; Fe – ferro; K – potássio; Mg – magnésio; Mn - Manganês; Tr - Traços; ND - Não determinado.

Fonte: Richmond (2004); Sampaio *et al.* (2016).

Verifica-se que a Spirulina é o alimento mais rico em relação a todos os minerais selecionados, possuindo quantidade até três vezes superior de cálcio em relação ao leite de vaca em pó, o que a torna uma fonte vegetal muito promissora desse mineral, uma vez que o leite e seus derivados são considerados importantes fontes de cálcio (BUENO; CZEPIELEWSKI, 2008).

Outros nutrientes essenciais, como as vitaminas, também foram quantificados na Spirulina e comparados com outros alimentos (leite de vaca em pó, soja e ovo de galinha), sendo os resultados descritos na Tabela 4.

| **Vitaminas** | ***S. platensis*** | **Leite de vaca em pó** | **Soja** | **Ovos de galinha** |
|---|---|---|---|---|
| Ácido ascórbico | 42,0 - 195,3 | 6 | Tr | 0 |
| Calciferol | 12000 U | ND | ND | ND |
| Tocoferol | 10 – 19 | ND | ND | ND |
| Tiamina | 0,8 - 15,4 | 0,29 | 0,66 | 0,1 |
| Riboflavina | 0,2- 0,9 | 1,03 | 0,04 | 0,58 |
| Nicotinamida | 0,6 - 5,3 | 0,7 | 2,2 | 0,1 |
| Piroxidina | 0,3 - 4,0 | Tr | 0,03 | Tr |
| Cianocobalamina | 0,3 - 0,8 | ND | ND | ND |

Tabela 4. Vitaminas identificadas (mg/100g) em S. *platensis* (base seca), leite de vaca em pó, soja e ovo de galinha.

Legenda: Tr -Traços; ND - Não determinado.

Fonte: Richmond (2004); Sampaio *et al.* (2016).

Dentre as vitaminas selecionadas neste comparativo, nota-se que, com exceção das vitaminas B2 (riboflavina) e B3 (nicotinamida), todas foram identificadas em maiores quantidades na Spirulina, mostrando que a mesma possui uma grande variedade desses nutrientes. Destaque é dado para a vitamina D, a qual normalmente é encontrada em alimentos de origem animal como a gema do ovo, o leite e a manteiga (BUENO; CZEPIELEWSKI, 2008).

Dessa forma, frente a sua composição, a Spirulina se mostra como um ingrediente de grande potencial nutricional, tanto em vista das vitaminas, quanto dos minerais identificados. Vale destacar, que a microalga apresentou quantidades superiores de nutrientes, mesmo em comparação com outros alimentos de referência como o ovo de galinha, o qual é considerado um dos alimentos mais completos nutricionalmente.

## 3.4 Benefícios do consumo de Spirulina na alimentação humana

A S. *plantensis* foi inserida na alimentação humana há séculos, através dos astecas que a preparavam em forma de molhos à base de cereais, o *chimolli*. A alga também fazia parte da rotina de alimentação da comunidade africana Kanembous, a qual fazia barras de microalgas ou as preparava também na forma um molho que utilizava como base salsa e pimenta, utilizado como acompanhamento durante as refeições (OLIVEIRA *et al.,* 2013).

Atualmente, o interesse pela microalga vai além da cultura, pois tem-se descoberto suas diversas propriedades associadas a aspectos funcionais, nutracêuticos e até mesmo terapêuticos sendo, por exemplo, aliada no tratamento de DCNT. Melhoria nos quadros de anemia, além de efeitos antioxidantes, hipotensores e hipolipidêmicos em relação ao LDL e aos triglicerídeos também já foram associados ao consumo da microalga (OLIVEIRA *et al.,* 2013). Além destas qualidades, a alga também apresenta boa digestibilidade, baixo custo e não traz riscos de toxicidade e/ou patogenicidade (MORIST *et al.,* 2001).

Estudos demonstram que a Spirulina possui ação antioxidante e alto valor proteico, auxiliando ainda na eficiência imunológica e na prevenção de doenças. Já sendo utilizada há anos como alimento em países como China, México, Peru e Japão, e aprovada pela FDA, é considerada fonte de proteína e ácidos graxos poli-insaturados como o ômega 3. A microalga também se destaca pela presença de compostos fenólicos e nutrientes como a vitamina A (SAMPAIO *et al*., 2016).

Outro ponto importante a ressaltar, é que essa microalga já possui o status de GRAS. Além disso, já foi utilizada como suplemento primordial na NASA, o que causa amplo interesse de uso frente a suas aplicações terapêuticas, como auxílio em respostas alérgicas, imunológicas e antidiabetogênica, na anemia e na absorção intestinal. Seu consumo está associado ainda às atividades antitumorais e anti-hipertensiva, redução da replicação viral, da hipercolesterolemia, da nefrotoxicidade, além de agir como um prebiótico (OLIVEIRA *et al*., 2013).

Frente a este panorama, estudos aplicando a microalga em novas formulações alimentícias foram desenvolvidos, sendo observados resultados positivos. Um exemplo dessa aplicação é a elaboração de um macarrão contendo Spirulina, com o intuito de combater a deficiência de vitamina A em crianças. Verificou-se que 1g/dia do consumo dessa alga fornece a dose diária necessária desse nutriente ao público infantil. A preparação foi fornecida às crianças por meio da alimentação escolar e, além de ser bem aceita, contribuiu para redução da hipovitaminose A nos escolares (AMBROSI *et al*., 2008).

O uso da Spirulina na alimentação também foi estudado por meio de ensaios biológicos com animais, nos quais ratos foram submetidos a uma dieta restrita em proteína, sendo posteriormente ofertada Spirulina em sua alimentação. Verificou-se que a microalga auxiliou na recuperação dos animais, demonstrando a importância do consumo deste ingrediente, sobretudo para redução da desnutrição calórico-proteica (DONATO *et al.,* 2010).

A ingestão de Spirulina suplementar também foi analisada frente a seu efeito hipertensão arterial. Nesse sentido, Santos *et al.* (2020) verificaram que as algas podem ser benéficas à saúde cardíaca, já que contribuem para a redução da pressão arterial.

Já estudos de Silva (2018) e Guillen-Martin del Campo *et al.* (2020) comprovam que o consumo da cianobactéria trouxe benefícios para o tratamento da obesidade. Pacientes que inseriram a microalga em sua dieta obtiveram perda de peso significativa.

Tais informações estão de acordo com a pesquisa de Yousefi, Mottaghi e Saidpour (2018), que observaram a redução de peso em pacientes obesos e com sobrepeso ao se adotar o consumo de *Spirulina plantensis* como intervenção, havendo também redução nos níveis de triglicerídeos no sangue.

A alga também se mostrou eficaz para atletas, nos quais causou efeito antioxidante associado à prática de atividade física (JUSZKIEWICZ *et al.*, 2018). Este mesmo efeito protetor pôde ser observado por Karkos (2010) em seu estudo, o qual aponta a biliproteína C-ficocianina (C-PC) encontrada na Spirulina como tendo ações antioxidantes e eliminadora de radicais livres, o que atribui à microalga propriedades anti-inflamatórias e anticarcinogênicas. Tais observações condizem com o descrito por Ferrazzano *et al.* (2020), que verificaram que a microalga pode prevenir o câncer oral em camundongos.

Sendo assim, torna-se interessante e promissora a investigação de preparações e formulações que contenham Spirulina em sua composição, como forma de ampliar o consumo desse ingrediente, o qual demonstra diversas propriedades nutricionais.

## 3.5 Uso da Spirulina em formulações alimentícias e aspectos sensoriais

Devido às propriedades da Spirulina, como alto teor proteico, alta digestibilidade, e também por ser considerada segura para ingestão humana, muitas formas de consumo estão sendo estudadas como estratégia para que a microalga seja incluída na dieta da população.

Preparações como massa fresca, batidos, pães, biscoitos e snacks têm sido analisadas. Aquelas cuja biomassa da mesma foi utilizada em sua composição, apresentaram um maior valor nutricional. Quanto aos snacks extrusados, foi observado que a adição da alga não alterou sua textura e apesar de tornar sua cor mais escura, isso não afetou sua aceitação sensorial, a qual foi superior a 70% (LUCAS *et al.*, 2018).

Na análise sensorial referente à massa fresca, o talharim desenvolvido com Spirulina teve boa aceitação, sendo a mesma superior à da formulação controle. Quanto aos atributos avaliados: aroma, sabor, textura e impressão global também não houve diferença significativa entre as amostras, demonstrando esse ser um produto promissor quanto às características sensoriais (ZEN, 2018).

Outro estudo comparou o desenvolvimento de massa integral com uma formulação equivalente contendo Spirulina. Os resultados demonstraram que o produto contendo 10% de biomassa de Spirulina foi melhor aceito sensorialmente, além de também ter apresentado maior teor de proteínas, ademais de ser considerado um alimento rico em fibras (LEMES *et al.,* 2012).

Produtos em pó também foram desenvolvidos empregando-se a microalga. Santos *et al.* (2016) elaboraram um pó tipo shake sabor chocolate enriquecido com Spirulina para o preparo de batidos, o qual destinava-se principalmente ao público idoso, com o intuito de melhorar a qualidade nutricional de sua dieta. A análise sensorial do produto resultou em

uma boa aceitação, demonstrando poucas diferenças sensoriais entre a amostra controle e a que levava Spirulina em sua formulação.

Além disso, pensando nos indivíduos celíacos, formulou-se um pão sem glúten enriquecido com Spirulina, a qual aumentou significativamente o teor de proteína do mesmo. As formulações contendo 3 e 5% de Spirulina foram submetidas à análise sensorial, demonstrando não haver diferença na preferência do provador entre os produtos (FIGUEIRA *et al.,* 2011).

Biscoitos de chocolate enriquecidos com a alga também foram elaborados e avaliados sensorialmente. Primeiramente, foram realizados testes em ratos, o que não demonstrou toxicidade ou efeito adverso quando consumidos níveis de 10 e 30% de Spirulina nas formulações. O segundo foi o teste de digestibilidade, comprovando que o biscoito enriquecido é mais facilmente digerido do que o controle. Por fim, realizou-se teste sensorial de aceitação com humanos, o qual não demostrou diferenças significativas quanto a cor, aroma, sabor e mastigabilidade do produto (MORAIS; MIRANDA; COSTA, 2006).

Devido a grande quantidade de nutrientes e benefícios proporcionados pela Spirulina, como auxílio na prevenção a diabetes, anemia, câncer, aumento da imunidade e redução dos lipídeos séricos, a microalga é também produzida como suplemento alimentar. É usualmente fabricada e consumida na forma de cápsulas, as quais também se mostram eficientes prevenindo e auxiliando no combate de determinadas patologias (AL-DHABI, 2013).

### 3.6 Contraindicações da Spirulina

De acordo com o FDA (2003), o consumo de Spirulina pode ser classificado como alto: quando o indivíduo faz uso de 6g/dia do ingrediente; médio: quando se consome em torno de 3g/dia; e baixo: se é feita a ingestão de 3-12g/mês, sendo que a ingestão média atual é de cerca de 1-5g/dia.

Em relação a sua toxicidade, diversos artigos demonstraram não haver efeitos colaterais associados à ingestão da microalga (CHAMORRO *et al.,* 1996; HUTADILOK-TOWATANA *et al.,* 2008; MOREIRA, 2010). Pesquisa de Carvajal (2009) contribui com essa afirmação, destacando que a Spirulina apresenta baixos níveis de fatores antinutricionais, como os taninos.

Por outro lado, a literatura aponta que seu consumo deve ser feito com cautela e acompanhamento por um profissional nutricionista, visto que há relatos de sintomas como dor de cabeça, dor de estômago, rubor facial, eritemas, diarreia, além de dores musculares após seu consumo. Alguns outros efeitos adversos mais graves também já foram reportados como hepatotoxicidade e rabdomiólise, o que também pode afetar os rins e sistema urinário. Frente à composição da microalga, pacientes com fenilcetonúria e doenças autoimunes também podem apresentar algum tipo de restrição de consumo devido a sua atividade imunomodulatória (HOSEINI; KHOSRAVI-DARANI; MOZAFARI, 2013).

## 4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo apresentado, conclui-se que a Spirulina é uma fonte vegetal rica em diversos nutrientes, como proteínas, ômega 3, fibras, vitaminas e minerais, além de compostos antioxidantes. Frente a isso, microalga pode ser utilizada para prevenir e tratar patologias, como a desnutrição, obesidade, dislipidemia e doenças cardiovasculares, e também auxiliando no combate aos radicais livre e no aumento da imunidade. Há ainda relatos de seus benefícios associados à ação anticarcinogênica, melhora no controle glicêmico e redução de lipídeos séricos frente a seu consumo.

Apesar de ser comumente ingerida na forma de pó ou cápsulas, seu consumo também pode se dar pelo uso na formulação de produtos alimentícios (ex. massas, pães, biscoitos, etc.) com boa aceitação sensorial. Dessa forma, a inserção da Spirulina na dieta humana se demonstrou bastante promissora, visto suas propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais. Ademais, a microalga demonstrou ser uma fonte de baixo custo para obtenção de proteínas e ômega 3 oriundas de alimentos vegetais, o que pode ser interessante para países em desenvolvimento, como o Brasil, além de atender a determinados nichos de mercado, como os consumidores vegetarianos e veganos.

## REFERÊNCIAS


AL-DHABI, N. Heavy metal analysis in comercial *Spirulina* products for human consumption. *Saudi Journal of Biological Sciencs*, Saudi Arabia, v. 20, n. 1, p. 383-388, abr. 2013.

AMBROSI, M. *et al*. Propriedades da saúde de *Spirulina* spp. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, Araraquara, v. 29, n. 2, p. 109-117, jul. 2008.

ANDRADE, M. da R.; COSTA, J. Cultivo da microalga *Spirulina plantensis* em fontes alternativas de nutrientes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n. 5, p. 1551-1556, out. 2008.

BARROS, K. Produção de biomassa de *Arthrospira plantensis (Spirulina plantensis)* para alimentação humana. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. IN nº 28 de 26 de julho de 2018. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF, p. 141, 27 jun. 2018.

BORBA, V.; FERREIRA CAMARGO, L. Cianobactéria *Arthrospira (Spirulina) platensis:* Biotecnologia e Aplicações. *Revista Oswaldo Cruz*, local, v. 5, n. 19, p. 1-23, 2018.

BUENO, A.; CZEPIELEWSKI M. A importância do consumo dietético de cálcio e vitamina D no crescimento. *Jornal de Pediatria,* Rio de Janeiro, v. 84, n. 5, p. 386-394, maio, 2008.

CAMACHO, F.; MACEDO, A.; MALCATA, F. Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a Short Review. *Marine Drugs,* [*S.l.*], v. 17, n. 6, p.1-25, maio, 2019.

CARVAJAL, G. Caracterização e modificações químicas da proteína da microalga Spirulina (Spirulina Maxima). (Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

CHAMORRO, G. et al. Farmacologia Y toxicologia del alga Spirulina. *Revista de Investigación Clínica*, México, v. 48, n. 5, p. 389-399, 1996.

DEMARCO, M. Produção e caracterização de pós de Spirulina por diferentes métdos de secagem. Dissertação (Pós Graduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

DONATO, N. *et al.* Uso da *Spirulina platensis* na recuperação de ratos submetidos à dieta de restrição proteica. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 69-77, mar. 2010.

FDA. Food and Drug Administration. Agency Response Letter GRAS Notice No. GRN 000127 CFSAN/Office of Food Additive Safety. 2003. Disponível em http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/GRASListings/ucm153944.htm. Acesso em: 06 jun. 2023.

FERRAZZANO, G. *et al.* Cyanobacteria and microalgae as sources of funtional foods to improve human general and oral health. *Molecules,* Itália, v. 25, n.21, p. 51-64, nov., 2020.

FERREIRA, L.; BURINI, R.C.; MAIA, A.F. Dietas vegetarianas e desempenho esportivo. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 19, n. 4, p. 469-477, ago. 2006.

FERREIRA, S. *et al.* Revisão: microalgas: uma fonte alternativa na obtenção de ácidos gordos essenciais. *Revista de Ciências Agrárias*, Portugal, v. 36, n. 3, p. 275-287, jul. 2013.

FIGUEIRA, F. *et al.* Pão sem glúten enriquecido com *Spirulina plantensis*. *Brazilian Journal of Food Technology,* Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, dez. 2011.

GUILLEN-MARTIN DEL CAMPO, J. A. *et al.* Espirulina um suplemento alimentício como posible alternativa en el control de peso. Um estúdio com ratas Wistar. *Journal of the Selva Andina Research Society,* EUA, v. 11, n. 1, p. 49-56, fev., 2020.

JAMES, G. *et al.* Temperature Modulation of Fatty Acid Profiles for Biofuel Production in Nitrogen Deprived Chlamydomonas reinhardtii. *Bioresour Technol.*, USA, v. 127, p. 441-447, jan. 2013.

JUSZKIEWICZ, A. *et al.* An attempt to induce na immunomodulatory effect in rowers with spirulina extract. *Journal of the International Society Nutrition*, Poland, v. 15, n. 1, p. 1-12, fev., 2018.

LEMES, A. *et al.* Massas alimentícias frescas enriquecidas com biomassa de *Spirulina plantensis*. Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia, v. 55, n. 3, p. 741-750, out. 2012.

LUCAS, B. *et al.* Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT,* Rio Grande, v. 90, n. 1, p. 270-276, abr. 2018.

MORAES, F.; COLLA, L. Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. *Revista Eletrônica de Farmácia*, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 109-122, nov. 2006.

MORAIS, M.; MIRANDA, M.Z.; COSTA, J.A.V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina plantensis*: Características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade*. Alim. Nutri.*, Araraquara, v. 17, n. 3, p.323-328, set. 2006.

MORAIS, M.; COSTA, J. Perfil de ácidos graxos de microalgas cultivadas com dióxido de carbono. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n.4, p. 1245-1251, ago. 2008.

MOREIRA, L. M. Efeito de diferentes concentrações de spirulina nos perfis bioquímico, hematológico e nutricional de ratos wistar nutridos e desnutridos. 2010. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MORIST, A. *et al*. Recovery and treatment of *Spirulina platensis* cells cultured in a continuous photobioreactor to be used as food*. Process Biochemistry*, New York, v. 37, p. 535-547, 2001.

OLIVEIRA, C. *et al.* Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria spirulina. *Revista da Associação Brasileira de Nutrição*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 52-59, mar. 2013.

OLIVEIRA, T. *Perfil ideal de aminoácidos essenciais dietéticos para pacus adultos*. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2020.

PEREIRA, E. *et al.* Viabilidade de adição de *Spirulina plantensis* em requeijão cremoso simbiótico. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 28-35, 2015.

PÍCOLI, T.; FIGUEIREDO, L.L.; PATRIZZI, L.L. Sarcopenia e envelhecimento. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 455-462, set. 2011.

RADMANN, E.; COSTA, J. Conteúdo lipídico e composição de ácidos graxos de microalgas expostas aos gases $CO_2$, $SO_2$ e NO. *Química Nova,* Rio Grande, v. 31, n. 7, p. 1609-1612, set. 2008.

ROGATTO, G. *et al*. Influência da ingestão de Espirulina sobre o metabolismo de ratos exercitados. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Rio Claro, v. 10, n. 4, p. 258-263, ago. 2004.

ROGERO, M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico*. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 563-575, out./dez. 2008.

SAMPAIO, U. *et al*. Aspectos gerais, cultivo, métodos de secagem e características da cianobactéria *Spirulina plantensis*. *Revista Processos Químicos*, Goiás, v. 10, n. 20, p. 133-143, dez. 2016.

SANTOS, T. *et al.* Development of powdered food with the addition of spirulina for food supplementation of the elderly population. Innovative Food Science & Emerging Technologies, Netherlands, v. 37, n. 1, p. 216-220, out. 2016.

SANTOS, L.G.  *et al.* Efeitos da suplementação de spirulina (arthrospira SP.) Sobre a pressão arterial de indivíduos adultos e idosos: uma revisão sistemática. Brazilian Journal of Development, v.6, n.4, 17349–17363, 2020.

SILVA, L. *Efeitos da Spirulina no combate da anemia ferropriva*. Monografia (Graduação em Nutrição) - Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R.S. Comparative study on the growth performance of *Spirulina plantensis* on modifying culture media. *Energy Reports,*United Kingdom, v. 5, n. 1, p. 327-336, fev. 2019.

TOLEDO, M. *et al.* Aconselhamento sobre modos saudáveis de vida na Atenção Primária à Saúde. *O Mundo da Saúde*, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 87-97, fev. 2017.

TREDGET, E. E.; YU Y. M.The metabolic effects of thermal injury. *World J Surg*, Belgium, v. 16, n. 1, p. 68-79, fev.1992.

HUTADILOK-TOWATANA, N. *et al.* A Subchronic Toxicity Study of Spirulina platensis. *Food Science and Technology Research*, v.14, n.4, p. 351-358, 2008.

UEBEL, L. *et al.* Industrial plant for production of *Spirulina* sp. LEB 18. *Brazilian Journal of Chemical Engineering,* Brasil, v. 36, n. 1, p. 51-63, jan-mar. 2019.

YANG, D. *et al.* Lipidomic Analysis of Chlamydomonas reinhardtii under Nitrogen and Sulfur Deprivation. *Plos One,* United States, v. 10, n. 9, p. 1-16, set. 2015.

YOUSEFI, R.; MOTTAGHI, A.; SAIDPOUR, A. *Spirulina plantensis* effectively ameliorates anthropometric measurements and obesity-related metabolic disorders in obese or overweight healthy individuals: A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine,* Islamic Republic of Iran, v. 40, n. 1, p., 106-112, out. 2018.

ZEN, C. Microencapsulação da microalga Spirulina sp. para adição em massa fresca tipo talharim. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

ZHENG, Y. *et al.* Optimization of formulation and processing of Moringa oleífera and spirulina complex tablets. *Saudi Journal of Biological Sciences*, Arábia Saudita, v. 24, n. 1, p. 122-126, jan. 2017.

# CAPÍTULO 9

# CONSUMO DE ALIMENTOS CONSIDERADOS MARCADORES DE PADRÕES SAUDÁVEIS EM INDIVÍDUOS COM E SEM DÉFICIT COGNITIVO

*Data de submissão: 27/06/2023.* *Data de aceite: 01/08/2023*

**Flávia Cristina Sierra de Souza**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/2401195927095044

**Rose Mari Bennemann**
Universidade Unicesumar - Unicesumar
Maringá - PR
http://lattes.cnpq.br/4837831466510598

**Rute Grossi Milani**
Universidade Unicesumar - Unicesumar
Maringá - PR
http://lattes.cnpq.br/8844448878404124

**Eraldo Schunk Silva**
Universidade Estadual do Paraná - UEM
Maringá - PR
http://lattes.cnpq.br/8543662731930153

**Célia Maria Gomes Labegalini**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/0026263831825992

**Heloá Costa Borim Christinelli**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/7222741015173387

**Maria Antonia Ramos Costa**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/8519325093149115

**Kely Paviani Stevanato**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/3877090200945626

**Dandara Novakowski Spigolon**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/1655443191957455

**Giovanna Brichi Pesce**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/3641799218579072

**Patrícia Louise Rodrigues Varela**
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/1671329317048079

**Lara Novakowski Spigolon**
Centro Universitário Ingá - UNINGÁ
Paranavaí - PR
http://lattes.cnpq.br/1655443191957455

**RESUMO:** Pesquisas apontam que a alimentação tem potencial para proteger e/ou maximizar a função cognitiva. O objetivo desse estudo foi analisar o consumo de alimentos considerados marcadores de padrões saudáveis em indivíduos com e sem déficit cognitivo. Trata-se de um estudo transversal, quantitativo, com amostra por conveniência. Foram avaliados 48 adultos maduros (50 a 59 anos) e idosos (60 anos ou mais), de ambos os sexos, residentes no noroeste do Paraná. Os instrumentos utilizados foram o questionário sociodemográfico, avaliação do consumo alimentar e o Exame Cognitivo de Addenbrooke's Revisado (ACE-R). Os participantes foram classificados em dois grupos conforme perfil cognitivo, sendo 28 considerados com desempenho cognitivo normal (CN) e 20 com déficit cognitivo (DC). Os participantes eram na maioria mulheres (87,5%), com baixa escolaridade (66,6%) e renda (60,4%). Ambos os grupos, CN e DC, mostraram-se semelhantes em todas as variáveis socioeconômicas avaliadas. Embora não tenha sido verificada associação estatisticamente significativa, entre o consumo de alimentos e o desempenho cognitivo dos participantes, observou-se que indivíduos com cognição normal consomem com maior regularidade feijão, frutas, leite e peixes quando comparados aos indivíduos com déficit cognitivo. Estes resultados sugerem que os participantes com cognição normal alimentam-se de forma adequada, reforçando, assim, o conceito de que a educação em saúde, com foco na alimentação saudável e neuroprotetora, pode ser útil para a manutenção da capacidade cognitiva. Além disso, ressalta-se a necessidade de incentivo, apoio e promoção de práticas alimentares adequadas e saudáveis, bem como o monitoramento dos padrões dietéticos com intuito de reduzir os efeitos de hábitos e práticas não promotoras de saúde.
**PALAVRAS-CHAVES:** Alimentação; Consumo de alimentos; Cognição; Nutrição.

## CONSUMPTION OF FOODS CONSIDERED HEALTHY PATTERN MARKERS IN INDIVIDUALS WITH AND WITHOUT COGNITIVE DEFICIT

**ABSTRACT:** Research has shown that eating habits have the potential to protect and maximize cognitive function. The objective of this study was to analyze the consumption of foods considered markers of healthy patterns in individuals with and without cognitive deficit. This is a cross-sectional, quantitative study with a convenience sample. We evaluated 48 mature adults (50 to 59 years) and elderly (60 years and over), of both sexes, living in the northwest of Paraná. The instruments used were the sociodemographic questionnaire, food consumption assessment and the Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R). Participants were classified into two groups according to cognitive profile, being 28 considered with normal cognitive performance (CN) and 20 with cognitive deficit (DC). The participants were mostly women (87.5%), with low schooling (66.6%) and income (60.4%). The groups were similar in all variables investigated. Although there was no statistically significant difference between the food intake investigated and the cognitive performance of the participants, it was observed that individuals with cognitive preservation more regularly consume beans, fruits, milk and fish when compared to individuals with cognitive deficits. These results suggest that participants with normal cognition have better eating habits, thus reinforcing the concept that health education focusing on healthy and neuroprotective nutrition may be useful for maintaining cognitive ability. In addition, the need to encourage, support and promote adequate and healthy dietary practices, as well as the monitoring of dietary patterns in order to reduce the effects of habits and practices that do not promote health, are emphasized.

**KEYWORDS:** Feeding; Food consumption; Cognition; Nutrition.

## 1 I INTRODUÇÃO

Projeções demográficas indicam que o Brasil participa de um fenômeno mundial que vem acontecendo vertiginosamente, o envelhecimento da população brasileira. Em 2025 o Brasil será o sexto país com maior número de idosos no mundo, isso porque 15% de sua população será composta de idosos, o que representa mais de 30 milhões de pessoas (IBGE, 2013). Diante desta realidade, torna-se fundamental planejar e desenvolver ações que promovam a saúde e a qualidade de vida dos idosos brasileiros. Dentre essas ações, estão medidas relacionadas a promoção da alimentação adequada e saudável, que devem fazer parte das orientações trabalhadas pelos profissionais de saúde à pessoa idosa e sua família.

Nesta perspectiva, o consumo alimentar tornou-se objeto de intensa pesquisa em relação ao envelhecimento cognitivo no que tange a preservação e ao aprimoramento das funções cognitivas. Embora a carência de algumas vitaminas, em especial a B12 e o ácido fólico, possa associar-se a déficits cognitivos e até mesmo demência potencialmente reversível, outros alimentos podem colaborar na prevenção contra demências (flavonoides, ômega 3) ou favorecer alguns aspectos cognitivos – as denominadas *smart foods*, cuja tradução para o português seria “alimentos inteligentes” (CAIXETA; LOPES, 2014).

Estudos anteriores apontam para uma associação entre o consumo de certos alimentos e a preservação das funções cognitivas. Pastor-Valero et al. (2014) em seu estudo de base populacional realizado em São Paulo com 1849 idosos (65 anos ou mais) buscaram examinar a associação entre o comprometimento cognitivo e a ingestão de frutas e hortaliças e fatores associados em uma população de baixa renda. Os resultados mostraram que a ingestão diária de 400 gramas/dia, como recomenda a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi significativamente associada a uma redução de 47% na prevalência de comprometimento cognitivo.

Outra investigação reuniu 96 idosos em sua maioria mulheres, com baixa escolaridade e baixa renda, residentes na região leste de São Paulo com diferentes perfis cognitivos. O objetivo do estudo foi investigar a relação entre o grau de adesão à dieta do Mediterrâneo (MED) e ao padrão dietético *Mediterranean-Dash Intervention for Neurodegenerative Delay* (MIND) com o desempenho cognitivo em idosos. Os resultados sugerem que mesmo um grau modesto de adesão aos padrões dietéticos MED e MIND pode exercer impacto sobre o desempenho cognitivo de idosos sem alterações cognitivas. O consumo alimentar está diretamente relacionado ao estado nutricional e, consequentemente, ao surgimento ou não de doenças, em especial, as Doenças Crônicas Não Transmissíveis, que tendem a aumentar com o avançar da idade (FERREIRA et al., 2017).

Apesar da importância da alimentação na saúde do idoso e diante da diversidade cultural do país, poucos estudos compararam a alimentação de indivíduos com e sem déficit cognitivo. Assim, diante deste quadro de transição demográfica que o país vivencia e do impacto da alimentação saudável sobre a qualidade de vida das pessoas, faz-se necessária a realização de estudos para compreender quais são as escolhas alimentares de indivíduos com diferentes perfis cognitivos a fim de subsidiar políticas públicas e de orientação nutricional nessa faixa etária. Dessa forma, o estudo objetivou analisar o consumo de alimentos considerados marcadores de padrões saudáveis em indivíduos com e sem déficit cognitivo.

## 2 I MÉTODO

O estudo foi transversal, quantitativo, com coleta de dados primários. A amostra estudada foi não probabilística, escolhida por conveniência. Foram convidados a participar sujeitos, de ambos os sexos, participantes de um centro de convivência para idosos, localizado em um município da região noroeste do Paraná. Inicialmente a pesquisadora abordou os idosos, antes das atividades semanais, convidando-os para participar e para explicar os objetivos e os procedimentos do estudo.

Aos interessados foi solicitado nome e telefone, data e horário do agendamento de sua preferência. Para a seleção dos participantes foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: sujeitos com 50 anos ou mais de idade, comprovada por meio de documento de identificação de validade em todo o território nacional. Os dados foram coletados em janeiro de 2018 pela pesquisadora, por três alunos do curso de psicologia e uma aluna do curso de enfermagem, devidamente treinados para aplicação dos instrumentos. Foram aplicados o questionário sociodemográfico, o questionário de consumo alimentar e o Exame Cognitivo de Addenbrooke's Revisado (ACE-R).

Para a coleta dos dados sociodemográficos, utilizou-se um questionário contendo perguntas sobre sexo, idade, estado civil, escolaridade, profissão e ocupação atual, renda, situação de moradia, condições de saúde (percepção de saúde e problemas de saúde).

A avaliação do consumo alimentar foi realizada por meio de 10 questões adaptadas do Questionário Vigitel. Como alimentos marcadores de padrões saudáveis foram considerados o consumo semanal (quase nunca, nunca,1 a 2 dias, 3 a 4 dias, 5 a 6 dias, diário) de ovos, feijão, verduras ou legumes, frutas, carne vermelha, frango/galinha, peixe e leite.  Para tanto, considerou-se como regular o consumo igual ou superior a 5 dias na semana. Para as frutas e verduras, além da frequência semanal, foi considerado o consumo diário de uma a duas vezes ao dia (BRASIL, 2018)

O ACE-R foi utilizado com o intuito de identificar o desempenho cognitivo dos idosos. Trata-se de uma bateria de avaliação cognitiva breve (no máximo 20 minutos de administração), que oferece diversas informações sobre o funcionamento cognitivo global

e também de alguns domínios específicos. O ACE-R é composto por questões agrupadas em domínios cognitivos, como orientação e atenção (18 pontos); memória (26 pontos); fluência verbal (14 pontos); linguagem (26 pontos) e habilidades visual-espacial (16 pontos); totalizando 100 pontos para a bateria completa. Utilizando o escore cognitivo geral, os participantes foram divididos em dois grupos distintos segundo a nota de corte definida por César et al. (2017) sendo considerados com desempenho cognitivo normal (CN) ou déficit cognitivo (DC) que inclui participantes com comprometimento cognitivo leve ou demência. Assim, os pontos de corte utilizados foram 65 para idosos com menos de 5 anos de escolaridade e 83 para idosos com escolaridade maior ou igual a 5 anos.

Os dados coletados foram organizados em planilha Microsoft Excel ® e a descrição dos dados consistiu em tabelas de frequências simples e cruzadas. A análise estatística foi realizada considerando-se um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$). Os dados foram analisados no Programa *Statistical Analysis Software* (SAS)®, version 9.4. A associação entre as características sociodemográficas, desempenho cognitivo e consumo alimentar foram testadas por meio do Teste Exato de Fisher (STOKES; DAVIS; KOCH, 2000).

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário Cesumar (UniCesumar), pelo parecer nº 2.445.679 em 18 de dezembro de 2017.

## 3 I RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características sociodemográficas da amostra. Foram avaliados 48 indivíduos, sendo na maioria do sexo feminino (87,5%), com baixa escolaridade (66,6%) e renda (60,4%). A idade variou entre 52 a 83 anos, média de 66,5 anos. Pode-se observar que não foi verificada associação estatisticamente significativa nas variáveis, segundo desempenho cognitivo e percepção de saúde.

| | **Desempenho cognitivo** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Déficit Cognitivo** | | **Cognição Normal** | | **p-valor** |
| | N | % | n | % | |
| **Sexo** | | | | | |
| Feminino | 19 | 95,00 | 23 | 82,14 | 0,1602 |
| Masculino | 1 | 5,00 | 5 | 17,86 | |
| **Grupo etário** | | | | | |
| Até 65 anos | 8 | 40,00 | 13 | 46,13 | 0,2114 |
| Acima de 65 anos | 12 | 60 | 15 | 53,57 | |
| **Situação conjugal** | | | | | |
| Acompanhado | 11 | 55,00 | 14 | 50,00 | 0,2177 |
| Desacompanhado | 9 | 45,00 | 14 | 50,00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Escolaridade** | | | | | |
| Até 8 anos | 12 | 63,15 | 20 | 71,42 | 0,2217 |
| Acima de 8 anos | 7 | 36,84 | 9 | 32,14 | |
| **Renda** | | | | | |
| Até 2 salários mínimos | 13 | 65,00 | 16 | 57,14 | 0,2043 |
| Acima de 2 salários mínimos | 7 | 35,00 | 12 | 42,86 | |
| **Percepção de saúde** | | | | | |
| Doente | 4 | 20,00 | 4 | 14,29 | 0,2629 |
| Saudável | 16 | 80,00 | 24 | 85,71 | |

Tabela 1 – Distribuição dos participantes, segundo características sociodemográficas, desempenho cognitivo e percepção de saúde. Maringá/PR, 2018.

*Teste exato de Fischer

Fonte: Tabela elaborada pelos autores, 2018.

Na Tabela 2 é possível observar a distribuição dos participantes, segundo frequência e consumo de alimentos considerados marcadores de padrões saudáveis.

| Alimentos/ frequência | Quase nunca | | Nunca | | 1 a 2 dias | | 3 a 4 dias | | 5 a 6 dias | | Diário | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N | % | N |
| Ovo | 16,67 | - | - | 29 | 60,42 | 8 | 16,67 | - | - | 3 | 6,25 | 8 |
| Feijão | 12,50 | 1 | 2,08 | 2 | 4,17 | 5 | 10,42 | 21 | 43,75 | 13 | 27,08 | 6 |
| Verdura ou legume | 4,17 | 1 | 2,08 | 5 | 10,42 | 4 | 8,33 | 10 | 20,83 | 26 | 54,17 | 2 |
| Frutas | 6,25 | - | - | 7 | 14,58 | 2 | 4,17 | 6 | 12,50 | 30 | 62,50 | 3 |
| Carne vermelha | 4,17 | 2 | 4,17 | 19 | 39,58 | 11 | 22,92 | 2 | 4,17 | 12 | 25,00 | 2 |
| Frango/galinha | 8,33 | - | - | 28 | 58,33 | 12 | 25,00 | 3 | 6,25 | 1 | 2,08 | 4 |
| Peixe | 41,67 | 5 | 10,42 | 16 | 33,33 | 3 | 6,25 | 1 | 2,08 | 3 | 6,25 | 20 |
| Leite | 12,50 | 4 | 8,33 | 10 | 20,83 | 5 | 10,42 | 3 | 6,25 | 20 | 41,67 | 6 |

Tabela 2 – Distribuição dos participantes, segundo frequência e consumo de alimentos considerados marcadores de padrões saudáveis. Maringá/PR, 2018.

Fonte: Tabela elaborada pelos autores, 2018.

Grande parte dos participantes consome carne de uma a duas vezes por semana. Destes a maioria (58,33%) consome frango/galinha. Em relação ao consumo de peixe 41,67% dos participantes quase nunca consome. No que se refere ao consumo de frutas, 62,50% consome frutas todos os dias, mas apenas uma vez ao dia (Tabela 3).

| Frequência de consumo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 vez no dia | | 2 vezes ao dia | | 3 ou mais vezes ao dia | |
| n | % | N | % | n | % |
| 30 | 62,50 | 3 | 6,25 | 15 | 31,25 |

Tabela 3 – Distribuição dos participantes, segundo frequência de consumo de frutas. Maringá/PR, 2018.

Fonte: Tabela elaborada pelos autores, 2018.

Embora a comparação dos escores obtidos na avaliação cognitiva entre os grupos diagnóstico (CN e DC) não tenha evidenciado associação entre o consumo regular dos alimentos investigados e melhor desempenho cognitivo, observa-se que os indivíduos com cognição normal consomem com maior regularidade o feijão, as frutas e o leite quando comparados aos indivíduos com déficit cognitivo. Com relação ao consumo de peixe, observa-se que indivíduos com déficit cognitivo consomem menos peixe em relação com preservados cognitivamente.

| Tipo de consumo | Desempenho cognitivo | | | | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| | Déficit Cognitivo | | Cognição Normal | | |
| | **n** | **%** | **n** | **%** | |
| **Consumo de ovo** | | | | | |
| Regular** | 2 | 10,00 | 1 | 3,57 | 0,3076 |
| Não regular | 18 | 90,00 | 27 | 96,43 | |
| **Consumo de feijão** | | | | | |
| Regular | 13 | 65,00 | 21 | 75,00 | 0,1903 |
| Não regular | 7 | 35,00 | 7 | 25,00 | |
| **Consumo de pelo menos um tipo de verdura ou legume** | | | | | |
| Regular | 16 | 80,00 | 20 | 71,43 | 0,2161 |
| Não regular | 4 | 20,00 | 8 | 28,57 | |
| **Frequência diária de consumo de verdura ou legume** | | | | | |
| Uma vez | 12 | 60,00 | 18 | 64,29 | 0,2261 |
| Duas vezes | 8 | 40,00 | 10 | 35,71 | |
| **Consumo de frutas** | | | | | |
| Regular | 14 | 70,00 | 22 | 78,57 | 0,2096 |
| Não regular | 6 | 30,00 | 6 | 21,46 | |
| **Frequência diária do consumo de frutas** | | | | | |
| Uma vez | 11 | 55,00 | 11 | 39,29 | 0,1317 |
| Duas vezes | 9 | 45,00 | 17 | 60,71 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Consumo de costuma carne vermelha (boi, porco, cabrito)** | | | | | |
| Regular | 7 | 35,00 | 7 | 25,00 | 0,1903 |
| Não regular | 13 | 65,00 | 21 | 75,00 | |
| **Consumo de frango/galinha** | | | | | |
| Regular | 0 | - | 4 | 14,29 | 0,1052 |
| Não regular | 20 | 100,00 | 24 | 85,71 | |
| **Consumo de peixe** | | | | | |
| Regular | 1 | 5,00 | 3 | 10,71 | 0,3367 |
| Não regular | 19 | 95,00 | 25 | 89,29 | |
| **Consumo de leite** | | | | | |
| Regular | 8 | 40,00 | 15 | 53,57 | 0,1524 |
| Não regular | 12 | 60,00 | 13 | 46,43 | |

Tabela 4 – Frequência de consumo de alimentos, segundo desempenho cognitivo. Maringá/PR, 2018.

*Teste exato de Fisher.

** Regular: o consumo desses alimentos igual ou superior a 5 dias na semana.

Fonte: Tabela elaborada pelos autores, 2018.

## 4 I DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo, no que tange à associação entre o consumo de alimentos considerados marcadores de padrões saudáveis e desempenho cognitivo não mostraram associação entre o consumo alimentar e o desempenho cognitivo dos participantes. Este resultado difere de outros estudos (CALIL, 2017; SOLFRIZZI et al., 2011; MOHAJERI; TROESCH; WEBER, 2015) que sugerem associação entre o consumo alimentar e o envelhecimento cognitivo.

Entretanto, no presente estudo, observou-se que os indivíduos com cognição normal consumiam com maior regularidade alimentos considerados marcadores de padrão saudável, quando comparados aos indivíduos com déficit cognitivo. Segundo Caracciolo et al. (2014), as funções cognitivas são influenciadas por processos biológicos sistêmicos, os quais são suscetíveis à intervenção dietética.

Com relação à cognição, identificou-se que ambos os grupos (CN e DC) foram compostos, predominantemente, por mulheres com baixa escolaridade e renda. Estas características, especialmente a predominância de idosas em pesquisas voltadas para a terceira idade podem ser observadas em diversos estudos (SOUZA et al., 2016; MENIN et al., 2017; CALIL, 2017) e corroboram com o perfil de participantes desse tipo de investigação. As mulheres parecem mais motivadas ao convívio social quando comparadas aos homens, o que contribui para evitar o isolamento e fortalecer a autoestima e a autonomia feminina.

Os legumes, as verduras e as frutas ocuparam lugar de destaque na alimentação, figurando entre os alimentos mais consumidos. Estes resultados são divergentes aos dados do Vigitel, os quais mostram que no Brasil, a ingestão de frutas e hortaliças é inferior ao mínimo recomendado pela OMS que é de 400 g/dia (OMS, 2002; ISER et al., 2012).

O Ministério da Saúde orienta o consumo diário de pelo menos 3 porções de legumes e verduras como parte das refeições e 3 porções ou mais de frutas nas sobremesas e lanches. Frutas, legumes e verduras são ricos em vitaminas, minerais e fibras, e devem estar presentes na alimentação diariamente, pois evitam, a prisão de ventre, contribuem para proteger a saúde e diminuir o risco de várias doenças (BRASIL, 2006).

Da mesma forma, no estudo conduzido por Malta, Papini e Corrente (2013) a média de porções de frutas, hortaliças, cereais e leite e derivados ingeridos ficaram abaixo do mínimo recomendado. Os resultados também diferem dos achados de Neves-Souza et al. (2015) em que o consumo de hortaliças e frutas é baixo. Os resultados observados, em relação ao consumo adequado destes alimentos, no presente estudo, talvez tenham sido influenciados pela rotina vivenciada em pequenos municípios, onde o hábito de frequentar feiras, embora não investigado neste estudo, é muito presente.

No que se refere aos participantes, a maioria (60,42%) tinha o hábito de comer ovos em um a dois dias por semana. A ingestão de um ovo ao dia, de acordo com pesquisas recentes, para a população em geral, inclusive pessoas dislipidêmicas, não aumenta os níveis séricos de colesterol e o risco cardiovascular, desde que seja consumida na forma cozida. Vale ressaltar que o ovo é um alimento fonte de vários nutrientes, como vitaminas A, D, E, B2, B9, B12 e colina; minerais e proteínas de alta qualidade (BRASIL, 2016).

A clara do ovo é rica em proteínas e a gema em lipídeos, vitaminas, minerais e compostos bioativos que melhoram os níveis de marcadores inflamatórios (substâncias relacionadas às alterações metabólicas e ao desenvolvimento de doenças crônicas, como as cardiovasculares e o câncer) e os níveis plasmáticos de HDL-c, quando inseridos em uma alimentação saudável (BRASIL, 2016).

Os resultados também mostram que grande parte dos sujeitos entrevistados (70,83%) consomem feijão regularmente. Este resultado é superior à média nacional, para esta faixa etária, tendo em vista que 60% (55 a 64 anos) e 58,7% dos indivíduos (64 anos e mais) têm o hábito alimentar de comer feijão (BRASIL, 2018). O estudo conduzido por Gaspareto, Previdelli e Aquino (2017) mostrou maior consumo médio de proteínas (g/kg) entre os idosos, com menor rendimento e escolaridade, economicamente ativos, eutróficos, sem dislipidemia e sintomas de disfagia.

O baixo consumo de peixes verificado no presente estudo, também é observado na população brasileira. O ácido linolênico, também conhecido como ômega 3, é uma gordura poli-insaturada que não é produzida pelo organismo e, portanto, deve ser obtida a partir da alimentação. Os alimentos fontes de ômega 3 de origem animal são os peixes, como

sardinha, cavala e arenque, sendo recomendado seu consumo pelo menos duas vezes por semana, cozidos, grelhados ou assados Alzheimer (BRASIL, 2016).

Dentre os distintos efeitos positivos do ômega 3 destaca-se a aparente proteção para várias enfermidades psiquiátricas, como transtornos do desenvolvimento, transtornos de déficit de atenção e hiperatividade, depressão, transtorno bipolar, estresse e demência, além da doença de Alzheimer (BRASIL, 2016).

Apesar de existirem diversos rios próximos a localidade deste estudo, os peixes ainda são alimentos com custo elevado na região. Além disso, os peixes requerem maior cuidado, na ingestão em função da presença de espinhos e no pré-preparo para retirada de escamas e vísceras, fato que pode desestimular o consumo deste alimento.

Outro estudo, realizado com 137 idosos (não frágeis, pré-frágeis e frágeis) residentes em comunidade de baixa renda de um grande centro urbano mostrou que todos os idosos superaram o consumo recomendado para frutas, carnes e, sobretudo, alimentos ricos em açúcares e gorduras, e não alcançaram o sugerido para laticínios e cereais (MELLO et al., 2017).

Em relação às verduras e legumes, os autores verificaram que os não frágeis não alcançaram a recomendação proposta. Quanto aos feijões, todos atingiram a recomendação. Comparando os grupos, o consumo de cereais tende a ser maior no grupo frágil; o de feijões tende a ser menor quão mais grave é a síndrome, assim como o de frutas; o consumo de verduras e legumes, laticínios e alimentos ricos em açúcares e gorduras têm seu pico de consumo no grupo dos pré-frágeis; e o consumo de carne tende a ser semelhante nos três grupos (MELLO et al., 2017).

A alimentação saudável deve ser individualizada, equilibrada nutricionalmente, rica em fibras, pobre em sódio, açúcares e gorduras e com quantidade de água suficiente para uma hidratação adequada (TERRA et al., 2016).

Durante o processo de envelhecimento, múltiplos fatores afetam o paladar e o olfato, como as mudanças anatômicas e fisiológicas, prejudicando os processos metabólicos. Essas mudanças, entretanto, são acentuadas na presença de outros fatores como doenças crônicas, perda dos dentes e o uso de vários medicamentos (NOLTE; PASSOS; BÓS, 2016).

Ademais, alterações no hábito alimentar podem estar presentes no estágio inicial da demência, relacionadas com redução ou aumento da ingesta oral; mudanças na preferência dos alimentos; alteração do apetite; uso inadequado de utensílios e incapacidade para referir adequadamente os sinais de fome, sede e saciedade (CHANG; ROBERTS, 2008). Entretanto, neste estudo não foi observada diferença entre o desempenho cognitivo e o consumo dos alimentos investigados entre os grupos.

Machado, Frank e Soares (2006) encontraram ingestão insuficiente de macro e micronutrientes à medida que ocorria a piora do declínio cognitivo dos idosos avaliados. Esta característica, no entanto, pode estar associada à hábitos alimentares anteriores ao aparecimento do processo neurodegenerativo, que se mantém ao longo da doença.

Finalizando, entre as possíveis limitações deste estudo, pode-se citar o reduzido tamanho da amostra, que por sua vez comprometeu o estabelecimento de algumas inferências estatísticas. Soma-se a isso que, na literatura, além da escassez de trabalhos científicos relacionados ao tema, não existe padrão-ouro para avaliar o consumo alimentar, sobretudo, na população idosa, dificultando a discussão e as comparações dos resultados. Além disso, o desenho transversal do estudo impossibilita estabelecer relação de causa e efeito entre as medidas avaliadas.

## 5 I CONCLUSÃO

No presente estudo, não foi observada a associação entre nutrição e cognição, no entanto, verificou-se que os indivíduos com cognição normal consomem com maior regularidade o feijão, as frutas e o leite, alimentos considerados marcadores de padrão saudável, quando comparados aos indivíduos com déficit cognitivo. Da mesma forma, o consumo de peixe, foi menor nos indivíduos com déficit cognitivo. Neste sentido, o consumo adequado poderia ser importante na prevenção de quadros neurodegenerativos.

O declínio cognitivo apresenta-se como um grande desafio à saúde da população mundial, o qual terá crescente relevância diante do envelhecimento global. Além disso, ressalta-se a necessidade de constante monitoramento dos padrões dietéticos e incentivo a práticas de alimentação saudável, com intuito de mitigar os efeitos da alimentação inadequada no estado geral de saúde e na incidência de morbidades em idosos. Neste sentido, os resultados do presente estudo apontam que a educação em saúde, com foco na alimentação saudável e neuroprotetora, poderia ser útil para a população idosa.

Estudos que relacionem o consumo alimentar com aspectos cognitivos da população idosa devem ser encorajados, uma vez que a literatura mostra correlações com fatores de risco e proteção para saúde, além de possibilitar maior conhecimento sobre o tema e ampliar a discussão sobre os diferentes fatores associados ao consumo alimentar de idosos.

## REFERÊNCIAS


BRASIL. Ministério da Saúde. Universidade Federal de Minas Gerais. *Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição.* Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 164 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2017:* vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. 130 p.

CAIXETA, Leonardo; LOPES, Danielly Bandeira (Org.). Antropologia, neuropsicologia transcultural e idoso. In: CAIXETA, Leonardo; VIEIRA, Antonio Lucio. *Neuropsicologia geriátrica:* neuropsiquiatria cognitiva em idosos. Porto Alegre: Artmed, 2014. p. 34-44.

CAIXETA, Leonardo; VIEIRA, Antonio Lucio (Org.). Modelo integrado para a avaliação neurocognitiva no idoso. In: CAIXETA, Leonardo; VIEIRA, Antonio Lucio. *Neuropsicologia geriátrica:* neuropsiquiatria cognitiva em idosos. Porto Alegre: Artmed, 2014. p. 17-33.

CALIL, Silvia Regina Borgueresi. *Desempenho cognitivo, estado nutricional e consumo alimentar em idosos com diferentes perfis cognitivos.* 2017. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Nutrição, Programa de Neurologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CARACCIOLO, Barbara et al. Cognitive decline, dietary factors and gut–brain interactions. *Mechanisms Of Ageing And Development*, [s.l.], v. 136-137, p.59-69, mar. 2014.

CÉSAR, Karolina G. et al. Addenbrooke's cognitive examination-revised: normative and accuracy data for seniors with heterogeneous educational level in Brazil. *International Psychogeriatrics,* [s.l.], v. 29, n. 08, p.1345-1353, 17 maio 2017.

FERREIRA, Marcela Previato do Nascimento et al. Dietary patterns and associated factors among the elderly. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p.534-544, ago. 2017.

GASPARETO, Natália; PREVIDELLI, Ágatha Nogueira; AQUINO, Rita de Cássia de. Factors associated with protein consumption in elderly. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 30, n. 6, p.805-816, dez. 2017.

IBGE. *Projeção da população do Brasil por sexo e idade: 2000–2060.* 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao_da_Populacao/Projecao_da_Populacao_2013/nota_metodologica_2013.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

ISER, Betine Pinto Moehlecke et al. Prevalência de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais do Brasil - principais resultados do Vigitel 2010. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 9, p.2343-2356, set. 2012.

MACHADO, Jaqueline et al. Fatores dietéticos relacionados à doença de Alzheimer. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p.252-257, 2006.

MALTA, Maíra Barreto; PAPINI, Silvia Justina; CORRENTE, José Eduardo. Avaliação da alimentação de idosos de município paulista: aplicação do Índice de Alimentação Saudável. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p.377-384, fev. 2013.

MELLO, Amanda de Carvalho et al. Consumo alimentar e antropometria relacionados à síndrome de fragilidade em idosos residentes em comunidade de baixa renda de um grande centro urbano. *Cadernos de Saúde Pública*, [s.l.], v. 33, n. 8, p.1-12, 21 ago. 2017.

MENIN, Aline Piccoli et al. estado nutricional, alimentação e saúde oral em idosos de um município da Serra Gaúcha. *Estudos Interdisciplinares Sobre O Envelhecimento*, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p.51-74, 2017.

MOHAJERI, M. Hasan; TROESCH, Barbara; WEBER, Peter. *Inadequate supply of vitamins and DHA in the elderly: Implications for brain aging and Alzheimer-type dementia*. Nutrition, [s.l.], v. 31, n. 2, p.261-275, fev. 2015.

NEVES-SOUZA, Rejane Dias das et al. Associação entre perfil lipídico estado nutricional e consumo alimentar em idosos atendidos em unidades de saúde, Londrina, PR. *Estudos Interdisciplinares Sobre Envelhecimento*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p.41-56, 2015.

NOLTE, Ângela de Oliveira A.; PASSOS, Darlise Rodrigues dos; BÓS, Ângelo José Gonçalves. Envelhecer com sabor. In: SCHWANKE, Carla H. A. et al. *Atualizações em geriatria e gerontologia III:* nutrição e envelhecimento. Porto Alegre: Edipucrs, 2016.

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Baixo consumo de frutas e verduras aumenta o risco de cardiopatias, alguns tipos de câncer e obesidade. 2002*. Disponível em: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/releases/pr84/en/>. Acesso em: 7 dez. 2018.

PASTOR-VALERO, Maria et al. Education and WHO Recommendations for Fruit and Vegetable Intake Are Associated with Better Cognitive Function in a Disadvantaged Brazilian Elderly Population: A Population-Based Cross-Sectional Study. *Plos One*, [s.l.], v. 9, n. 4, p.1-10, 15 abr. 2014.

SOLFRIZZI, Vincenzo et al. Diet and Alzheimer's disease risk factors or prevention: the current evidence. *Expert Review Of Neurotherapeutics*, [s.l.], v. 11, n. 5, p.677-708, maio 2011.

SOUZA, Jacqueline Danesio et al. Dietary patterns of the elderly: characteristics and association with socioeconomic aspects. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 6, p.970-977, dez. 2016.

STOKES, Maura E.; DAVIS, Chales S.; KOCH, Gary G.. *Categorical data analysis using SAS system.* 2. ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2000. 619 p.

TERRA, Newton Luiz et al (Org.). *A nutrição e as doenças geriátricas.* Porto Alegre: Edipucrs, 2016. 103 p.

# IMPACTO DA CELULOSE BACTERIANA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM SORVETE COM TEOR DE GORDURA REDUZIDO

*Data de submissão: 07/07/2023*        *Data de aceite: 01/08/2023*

**Aline Soares Cascaes Teles**
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro – RJ
orcid.org/0000-0003-2627-0183

**Isabelle Arcanjo Bragança**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/8522424925938133

**Pedro Mesquita**
Universidade Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/9476702651127304

**Davy William Hidalgo Chávez**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
orcid.org/0000-0003-4319-1962

**Ana Carolina Sampaio Doria Chaves**
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro – RJ
https://orcid.org/0000-0002-8552-4983

**RESUMO:** O sorvete é um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo e, em geral, possui um alto teor de gordura e açúcar. Por isso muitas pesquisas estão voltadas para a redução do teor de gordura e de açúcar. No entanto, a gordura tem um papel vital no sabor, estrutura e textura e está associada à resistência ao derretimento do sorvete. Nesse sentido, a celulose bacteriana (CB) apresenta excelente potencial para substituição, ao menos parcial de gordura em sorvetes. Diante do exposto, o objetivo principal do presente estudo foi avaliar o efeito da substituição da gordura por BC no derretimento e no *overrun*. Para avaliar a resistência ao derretimento, um novo modelo matemático foi proposto para analisar o efeito do BC nas propriedades tecnológicas do sorvete. Diferentes concentrações de BC (0,05 - 0,5%) foram usadas para substituir a gordura (0 - 10%) usando um planejamento experimental fatorial $2^2$ com ponto central e otimização adicional pela função de desejabilidade para maximizar o *overrun* e minimizar o tempo para atingir a fusão máxima ($X_0$). Isto resultou em uma formulação com 8% de gordura e 0,5% BC. O modelo matemático proposto para avaliar a resistência de fusão apresentou um ajuste alto ($R^2 > 0,97$) e foi eficiente em elucidar parâmetros importantes não comumente avaliados na literatura, como o tempo necessário para atingir a taxa máxima de

derretimento ($X_0$), por exemplo. Com relação ao delineamento experimental, foi possível perceber que as maiores concentrações de BC resultaram em aumento do *overrun*, mas não diminuíram a taxa de derretimento. Na região ótima, o sorvete apresentou um *overrun* cerca de duas vezes maior, mas não se observou aumento significativo na resistência ao derretimento. Esses resultados podem contribuir tanto para a avaliação de novos parâmetros durante o derretimento do sorvete quanto para o desenvolvimento de novas formulações de sorvetes com teor reduzido de gordura.
**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade do sorvete; novas tendências em sorvete; sorvete com redução de gordura; modelagem matemática; derretimento.

## IMPACT OF BACTERIAL CELLULOSE ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF A LOWFAT ICE CREAM

**ABSTRACT:** Ice cream is one of the most consumed foods worldwide, and in general, it has high amounts of fat and sugar. Therefore, many researchers are working to reduce the fat content. However, fat has a vital role in the flavor, structure, texture and it is associated with its resistance to melt. In this sense, the biopolymer bacterial cellulose (BC) has excellent potential for partial fat replacement in ice cream. Given the above, the main objective of the present study was to evaluate the effect of replacing fat with BC on the melting rate and in the overrun. To evaluate melting resistance, a new mathematical model was proposed to analyze the effect of BC on ice cream properties. Different concentrations of BC (0.05 – 0.5%) were used to replace fat (0 - 10%) using a $2^2$ factorial experimental design with a central point, with subsequent further optimization by desirability function to maximize the overrun and minimize the time to reach maximum melt rate ($X_0$). It results in a formulation with 8% fat and 0.5% BC. The mathematical model proposed to evaluate the melting resistance presented a high fit ($R^2 > 0.97$) and was efficient in elucidating important parameters not commonly evaluated in the literature, such as the time required to reach the maximum melting rate ($X_0$), for example. Regarding the experimental design, it was possible to notice that the higher concentrations of BC improved the overrun, but did not have the same effect on melting rate. In the optimal region, the ice cream showed around two times greater overrun, but without a significant increase in the melt resistance. These results can contribute both to the evaluation of new parameters during ice cream melting and to the development of new ice cream formulations with reduced fat content.
**KEYWORDS:** Ice cream quality; new trends in ice cream; reduced-fat ice cream; mathematical modeling; melting.

## 1 I INTRODUÇÃO

O sorvete é um dos alimentos mais apreciados e consumidos no mundo todo e, em geral, possui elevado teor de gordura, que varia de 10 a 16% (Akbari, 2019; Goff & Hartel, 2013). O sorvete, por suas características sensoriais únicas e ampla apreciação mundial, apresenta um grande potencial para expansão no mercado brasileiro. No entanto, o consumo *per capita* no Brasil ainda é relativamente baixo, em torno de 5,4 litros por ano, quando comparado aos países nórdicos da Europa, EUA, Austrália e Nova Zelândia, onde

o consumo *per capita* fica ao redor de 30 litros. O consumo sazonal de sorvete no Brasil, a associação com o calor é um dos principais fatores que impactam o consumo, que é muito concentrado no verão. Além disso, em geral, os consumidores brasileiros consideram o sorvete como uma indulgência ou uma sobremesa, negligenciando seu valor nutricional (ABIS, 2021).

O sorvete é um produto complexo, composto por vários ingredientes em diferentes estados físicos. A gordura se apresenta na forma de emulsão, enquanto a proteína, estabilizantes e açúcares insolúveis estão em suspensão coloidal. A lactose e os sais encontram-se dissolvidos na água, que pode estar no estado líquido como solvente de sais e açúcares, bem como no estado sólido como cristais de gelo (Early, 2000).

De acordo com a RDC Nº 713, de 1º de julho de 2022 gelados comestíveis, são definidos como "produtos congelados, obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es)". Os gelados comestíveis podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto."

Conforme estabelecido pela Resolução RDC N° 266 (BRASIL, 2005), que foi revogada pela RDC Nº 713/2022, os gelados comestíveis podem ser categorizados com base em sua composição básica em quatro tipos principais: Sorvete de Creme; Sherbets; Sorbets e Gelados. Além disso, a classificação também pode ser realizada de acordo com o processo de fabricação, diferenciando-os em (1) sorvetes de massa ou cremosos, que resultam de misturas homogêneas ou não de ingredientes alimentares, batidas e congeladas para formar uma massa aerada; e (2) picolés, que são porções individuais, frequentemente suportadas por uma haste, obtidas por congelamento de misturas homogêneas ou não de ingredientes alimentares, com ou sem batimento/aeração.

O sorvete é considerado como uma emulsão, suspensão, espuma e mistura, simultaneamente. Na estrutura existem glóbulos de gordura parcialmente coalescidos, bolhas de ar, cristais de gelo, proteínas e/ou hidrocolóides uniformemente dispersos em uma solução concentrada, conhecida como sérum. Nessa solução, encontram-se dissolvidos os açúcares, as proteínas solúveis e os minerais. É interessante notar que, em sorvetes de alta qualidade, o sérum permanece líquido mesmo após o congelamento final do produto. As bolhas de ar presentes são envolvidas por cristais de gelo, cristais de lactose e glóbulos de gordura individuais e/ou parcialmente fundidos (Marshall et al., 2003).

Segundo Goff e Hartel (2013), nos sorvetes de base láctea, as proteínas do leite que têm capacidade emulsificante, auxiliam na interação entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos da mistura. A presença dos ingredientes do sorvete nas proporções adequadas, com ou sem aditivos, associada às etapas corretas de processamento garantem uma coesão uniforme entre todos os ingredientes que compõem o sorvete.

Em relação ao processamento dos sorvetes, há três etapas fundamentais: (1) mistura dos ingredientes e pasteurização, (2) congelamento com incorporação de ar,

que em geral, ocorrem simultaneamente e (3) congelamento final, etapa chamada de endurecimento, na qual ocorre o congelamento final do produto já embalado (na embalagem final na qual ele será comercializado), produto deve ser armazenado em câmaras com temperaturas entre -30 a -45 ºC (Marshall et al., 2003).

Durante a etapa de congelamento/aeração é obtida a consistência do sorvete, entretanto, o endurecimento final ocorre durante o congelamento, que deve ser realizado em seguida. A principal etapa para manutenção da estrutura final do sorvete é o congelamento e, portanto, o produto deve ser mantido congelado para garantir a estabilidade da emulsão formada. O produto final pode ter diferentes formatos: picolé que é sólido ou sorvete de massa que é pastoso (Goff, 2016).

Quanto mais rápido for o congelamento, melhor será a qualidade do produto, pois, no congelamento rápido são formados cristais de gelo menores e, consequentemente, a textura final será mais suave. A flutuação da temperatura durante armazenagem, transporte e/ou distribuição do sorvete faz com que a água, que não estava completamente congelada, se deposite nos cristais de gelo já existentes, aumentando assim o tamanho e ocasionando defeito chamado de arenosidade (Marshall et al., 2003).

Além das etapas de produção do sorvete, os ingredientes também são extremamente importantes para a sua qualidade final. Nesse sentido, um sorvete de base láctea poderá, por exemplo, ser composto por água, leite, açúcar, gordura, emulsificantes e espessantes. Mas, cabe ressaltar que em quase todo processamento industrial de sorvete se utiliza uma mistura comercial de estabilizantes em concentração variando de 0,1 a 0,5%. A mistura comercial de estabilizantes, em geral, é composta por um conjunto de diferentes emulsificantes e espessantes (Marshall e Arbuckle, 2000).

Os espessantes são compostos que se ligam à água, evitando o aumento do tamanho dos cristais de gelo, cristais de gelo maiores resultam em arenosidade. Os espessantes mais utilizados em sorvete são os carragenatos (utilizados na faixa de 0,05 a 0,1%), alginatos, gomas e/ou gelatina (de 0,3 a 0,5%). A carboximetilcelulose (CMC) é muito utilizada, em concentrações variando de 0,1 a 0,25%, normalmente é combinada com carragenato em concentração variando de 0,01 a 0,02% (Marshall e Arbuckle, 2000).

Os emulsificantes são muito utilizados, pois, promovem a ligação entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos da mistura. Os emulsificantes garantem uma boa incorporação de ar durante o batimento/congelamento da mistura, aumentando assim o rendimento e conferindo consistência aerada, característica do produto. Dentre os emulsificantes, os monos e os di-glicerídeos são os mais utilizados, eles atuam diminuindo a tensão superficial, formando uma emulsão estável. Os monos e di-glicerídeos de ácidos graxos são largamente utilizados pela indústria de alimentos como emulsificantes em diferentes produtos industrializados (Marshall e Arbuckle, 2000).

Embora os emulsificantes e estabilizantes utilizados na indústria sejam de extrema importância para diversas propriedades dos sorvetes, especialmente as físicas e sensoriais,

há uma forte tendência na redução desses aditivos. Além disso, foi observado que alguns estabilizantes como o polissorbato 80, podem causar câncer colorretal (CHASSAING et al., 2015). Diante desses fatores há uma grande demanda por aditivos naturais que propiciem as mesmas características físicas e sensoriais aos sorvetes.

Além da demanda supracitada, a exigência dos consumidores por alimentos mais saudáveis tem impulsionado novas tendências na produção de sorvetes como os veganos, orgânicos, *gourmet*, funcionais, com redução de açúcar, aditivos e gordura (IDFA - International Dairy Food Association, 2017).

Ainda sobre as tendências em sorvetes, cabe destacar a redução do teor de gordura que está associado à uma maior saudabilidade, pois o consumo excessivo de gordura está ligado à diversas doenças metabólicas como os altos níveis de colesterol no plasma, obesidade e as cardiopatias, por exemplo (CHEN et al., 2019). Entretanto, a redução do teor de gordura é algo extremamente difícil em alimentos como o sorvete, pois esse ingrediente influencia suas principais características físicas e sensoriais. Desse modo, a gordura garante a textura suave do sorvete após o endurecimento, a retenção da forma após o congelamento, a secura e a resistência ao derretimento (GOFF, 2002). Portanto, para formular sorvetes com baixo teor de gordura é imprescindível criar estruturas similares e, nesse sentido, os principais substitutos têm sido os carboidratos ou proteínas. Entretanto, um carboidrato ou proteína sozinho não possui estabilidade frente ao congelamento-descongelamento, pH, tratamento térmico, etc. Portanto, outros substitutos têm sido avaliados e apresentam resultados positivos como substitutos em sorvetes, como a utilização da celulose bacteriana (CB) (GIBIS et al., 2017; YU et al., 2020).

A CB consiste em um biopolímero extremamente puro, livre de impurezas como lignina e pectina, produzida em meio de cultura com alta concentração de sacarídeos pela fermentação por *Komagataeibacter, Agrobacterium, Achromobacter, Rhodobacter* e *Acetobacter xylinum* (Ul-Isam et al., 2012). Este biopolímero pode ser classificado como uma fibra dietética insolúvel, não sendo digerida no intestino humano. A CB é "geralmente reconhecida como segura" (generally recognized as safe) de acordo com a *Food and Drug Administration* (FDA).

As aplicações da CB na área de alimentos ainda é relativamente nova, é um material promissor para o desenvolvimento de novos produtos devido às suas propriedades de interação com a água, estabilidade e formação de suspensão e, em comparação com as celuloses vegetais, possui alto potencial para estabilizar emulsões (Zhai et al., 2018). Diante dessas propriedades, a CB vem sendo avaliada e utilizada com sucesso como um ingrediente em sorvetes com teor reduzido de gordura para aumentar a resistência ao derretimento, modificar a textura e a viscosidade, além de auxiliar na retenção da forma durante o congelamento e/ou variações de temperatura, ou seja, todas as propriedades relacionadas à presença de gordura (Guo et al. 2018).

Além desses atributos, a CB não confere sabor, é estável a variação de pH, de temperatura e possui boa compatibilidade com matrizes proteicas (Blanco et al., 2018; Gama et al., 2016; Paximada et al., 2016).

Entretanto, a maior parte dos estudos que aplicam a CB para a substituição de gordura no sorvete utilizam também outros ingredientes, além de altas concentrações de CB o que pode tornar o produto final extremamente oneroso (GUO et al., 2018; XAVIER et al., 2021).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como principal objetivo a formulação de um sorvete com substituição parcial da gordura por CB.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

Para o preparo do sorvete foi utilizado: Leite em pó desnatado, água filtrada, gordura vegetal, glicose, açúcar, e estabilizante e emulsificante adquiridos no mercado, Rio de Janeiro, RJ. A CB foi fornecida pela empresa BioSmart Nanotechnology LDTA.

### 2.2 Métodos

#### *2.2.1 Processamento do sorvete*

O sorvete foi produzido segundo um delineamento estatístico que gerou as formulações que foram processadas e caracterizadas. Inicialmente os ingredientes foram pesados e misturados no liquidificador: água filtrada, leite, açúcar, glicose e gordura vegetal. Em seguida, essa mistura foi submetida à pasteurização a 90 ºC por 5 minutos, seguida do resfriamento até atingir 70 ºC para a adição dos demais ingredientes: CB, liga neutra e emulsificante. A mistura foi rigorosamente misturada com o restante dos ingredientes, sendo em seguida submetida à etapa de maturação realizada a 4 ºC durante 18 horas.

Após a maturação, a calda foi colocada na sorveteira pré-refrigerada (-30 ºC), submetida ao congelamento e batimento simultâneos. Essa etapa do processamento dura cerca de 60 minutos. O sorvete recém-preparado foi colocado em potes de 120 ml (para análises de derretimento).

#### *2.2.2 Teste de derretimento*

O teste de derretimento foi realizado após 24 horas de congelamento, segundo Granger et al. (2005) com modificações, em duplicata, utilizando amostras de 60 g de sorvete que foram submetidas ao derretimento (a 25 ºC). A massa de sorvete derretida foi medida a cada 5 minutos até os 30 minutos e, após isso, a cada 10 minutos até o derretimento completo do sorvete.

### 2.2.3 *Teste de incorporação de ar*

O teste de incorporação de ar (*Overrun*) foi realizado segundo Marshall, Goff e Hartel (2003). A massa de um volume pré-definido de calda e de sorvete foram determinados e o *overrun* foi calculado por meio da Equação 1.

Equação 1. % *Overrun* = $\dfrac{\text{massa da calda} - \text{massa de sorvete} \times 100}{\text{massa de sorvete}}$

### 2.2.4 *Modelagem matemática do derretimento*

Um modelo matemático (Equação 3) a partir de um modelo anterior (Equação 2) foi proposto para análise de alguns parâmetros importantes durante derretimento do sorvete. Para isso, foram utilizados dados obtidos por meio dos de um planejamento experimental (fatorial $2^2$) mencionado no item 3.2.

$$Y = Y_{max} + \frac{Y_{min} - Y_{max}}{1 + \left(\frac{X}{X_0}\right)^P} \quad \text{eq. (2)} \quad \Rightarrow \quad Y = 100 - \frac{100}{1 + \left(\frac{X}{X_0}\right)^P} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:

Y. representa uma variável de interesse como o crescimento microbiano, por exemplo;

$Y_{min}$ e $Y_{max}$. são o valor mínimo e máximo da variável de interesse;

P. representa a máxima taxa de crescimento;

X. é a variável independente, como o tempo, por exemplo;

$X_0$. é o tempo necessário para atingir a máxima taxa de derretimento.

Adaptando a equação 2 para o caso do derretimento do sorvete:

Ymin e Ymax. 0% y 100%, respectivamente.

Desse modo, conseguimos a equação 3.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Avaliação do comportamento do derretimento do sorvete

O comportamento durante o derretimento das diferentes formulações de sorvete (obtidas utilizando planejamento experimental fatorial $2^2$) foi avaliado por meio da adaptação de um modelo matemático (Equação 3) em que foi possível obter a taxa máxima de derretimento (P), o tempo de derretimento em que ocorreu a maior taxa ($X_0$) e o tempo necessário para atingir 10% ($T_{10}$), 20% ($T_{20}$) e 30% ($T_{30}$) de derretimento do sorvete (Tabela 1 e Figura 1).

Todos os modelos apresentaram valores de $R^2$ acima de 0,9 (0,98 a 0,99) e os parâmetros P e $X_0$ do modelo demonstraram ser significativos (p<0,05) em todas as formulações. A taxa máxima de derretimento teve valores próximos para todas as formulações, variando de 2,61 até 3,21. Entretanto, o tempo para atingir esta taxa máxima ($X_0$) teve uma ampla faixa de variação desde 30,94 para a formulação sem gordura até 62,62 para a amostra com o maior conteúdo de gordura.

| Ensaios | Gordura (%) | CB (%) | P | $X_0$ | $R^2$ | $T_{10}$ | $T_{20}$ | $T_{30}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0,05 | 3,07 | 45,08 | 0,99 | 22,06 | 28,72 | 34,22 |
| 2 | 10 | 0,05 | 2,80 | 62,62 | 0,99 | 28,58 | 38,17 | 46,27 |
| 3 | 0 | 0,5 | 2,94 | 30,94 | 0,99 | 14,66 | 19,31 | 23,20 |
| 4 | 10 | 0,5 | 3,21 | 43,41 | 0,99 | 22,06 | 28,72 | 33,34 |
| 5 | 5 | 0,275 | 2,61 | 42,85 | 0,99 | 18,48 | 25,20 | 30,98 |
| 6 | 5 | 0,275 | 3,16 | 44,61 | 0,98 | 22,26 | 28,77 | 34,12 |
| 7 | 5 | 0,275 | 2,86 | 44,40 | 0,99 | 20,61 | 27,36 | 33,03 |

CB. celulose bacteriana, P. taxa máxima de derretimento, $X_0$. tempo para atingir a taxa máxima. $T_{10}$, $T_{20}$ e $T_{30}$ representam o tempo necessário para atingir o 10, 20 e 30 % de derretimento respectivamente.

Tabela 1. Resultados dos modelos matemáticos (P e $X_0$, $R^2$).

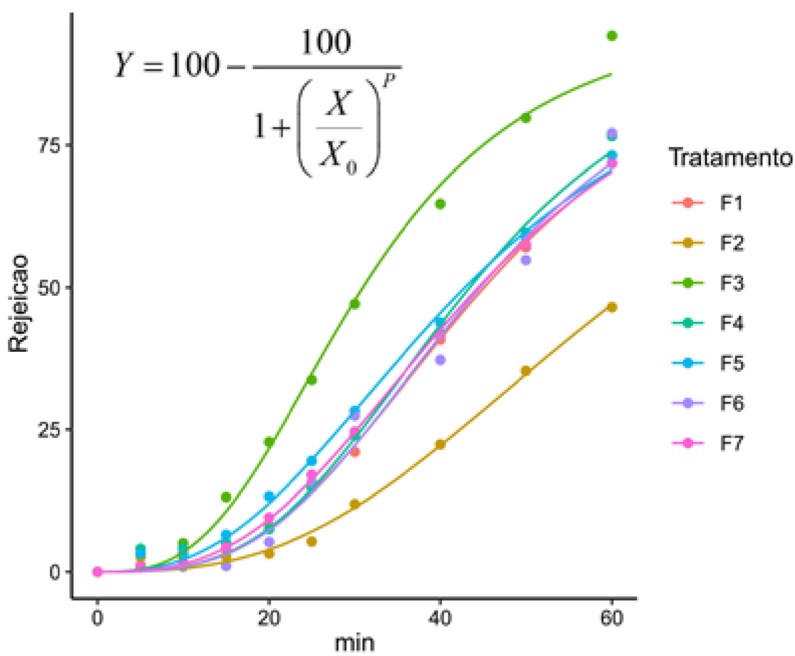



Figura 1. Perfis de derretimento das formulações de sorvete com diferentes níveis de substituição de gordura por celulose bacteriana.

Esses resultados demonstram que o modelo matemático empregado no presente trabalho pode ser utilizado para obtenção de diferentes respostas a respeito do comportamento no derretimento do sorvete, pois, a maioria dos estudos que utilizam a análise de derretimento do sorvete se fundamentam apenas na taxa de derretimento, que não expressa detalhes sobre o comportamento do sorvete durante o derretimento (Samakradhamrongthai et al, 2021; Silva, 2012), de modo que diferentes formulações podem apresentar a mesma taxa de derretimento. Um exemplo desta afirmação é que, embora os resultados da taxa máxima de derretimento tenham sido muito similares, o $X_0$ apresentou grande variação (como detalhado acima), demonstrando que as formulações do sorvete apresentam propriedades físicas muito distintas, pois atingiram a taxa máxima de derretimento em tempos variados. Além disso, cabe ressaltar que, os estudos que utilizam a taxa de derretimento avaliam apenas a inclinação da parte linear do gráfico, não descrevendo o perfil total (Figura 1) do derretimento (Xavier et al., 2022; Airoldi et al., 2022) e, dessa maneira, podem negligenciar o comportamento do sorvete durante os primeiros minutos de derretimento, que são extremamente importantes para avaliar as características do sorvete (Goff, 2013).

## 3.2 Efeitos da substituição da gordura por CB

As propriedades do sorvete como a incorporação de ar (*overrun*), a taxa máxima de derretimento (P), o tempo para atingir a taxa máxima de derretimento ($X_0$), tempo necessário para derreter 10% ($T_{10}$), tempo necessário para derreter 20% ($T_{20}$) e tempo necessário para derreter 30% ($T_{30}$) variaram de 19,95% a 25,42%; 2,61 min a 3,21 min.; 30,94 min. a 62,62 min.; 14,66 min. a 28,58 min.; 19,31 min. a 38,17 min. e 23,20 min. a 46,27 min., respectivamente (Tabela 1).

Considerando a avaliação da superfície de resposta para o planejamento fatorial $2^2$ com repetição no ponto central, o *overrun* e o tempo para atingir a taxa máxima de derretimento ($X_0$) foram influenciados significativamente ($p<0,05$) pelos níveis de gordura e CB (Figura 2).

Todos os modelos apresentaram ajustes lineares e o $R^2$ (ajustado) alto (acima de 0,85) para todas as variáveis com exceção da taxa máxima de derretimento (P). A falta de ajuste não foi significativa ($p \geq 0,05$), corroborando com a adequação dos modelos das superfícies de resposta. O aumento da CB apresentou significância positiva para o *overrun* e significância negativa para $X_0$ e $T_{30}$, demonstrando a importância da adição da CB para a incorporação de ar no sorvete, melhorando esta propriedade. Entretanto, também representa que a CB sozinha não foi capaz de retardar o derretimento do sorvete, bem como ocorreu com a gordura que foi significativa para $X_0$, $T_{20}$ e $T_{30}$, indicando que o derretimento foi mais lento em função do aumento na concentração de gordura presente no sorvete (Figura 3).

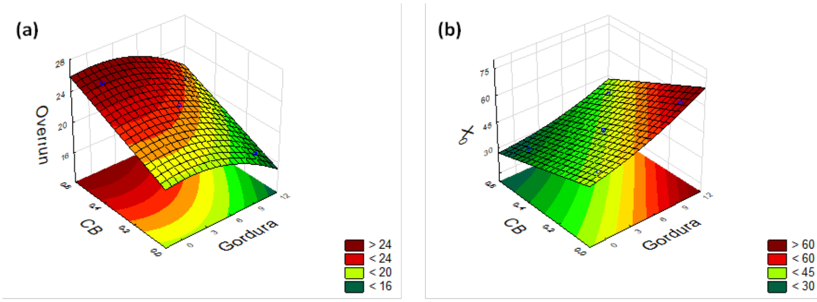



Figura 2. Superfícies de resposta para o efeito da substituição de gordura por CB sobre o overrun (a) e X0 (b) do sorvete.

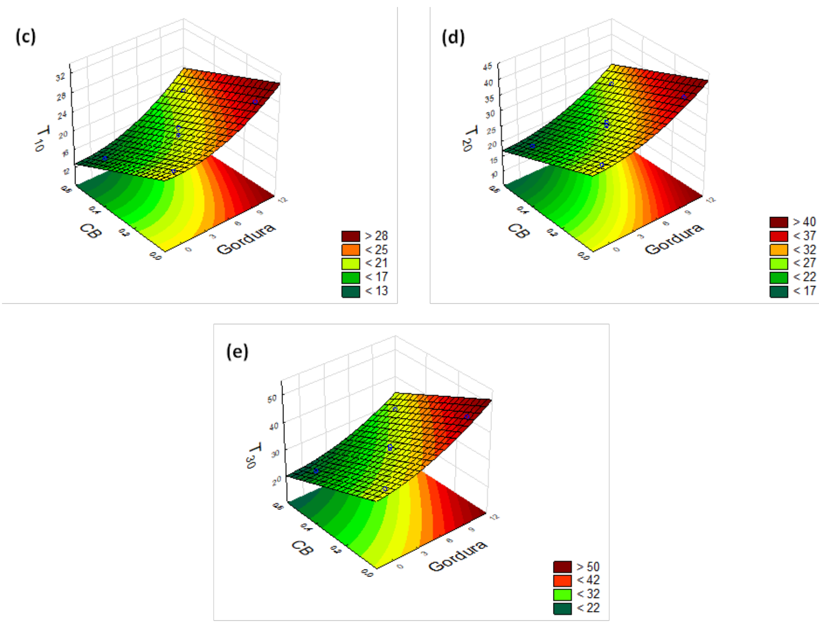



Figura 3. Superfícies de resposta para o efeito da substituição de gordura por CB sobre o $T_{10}$ (c), $T_{20}$ (d) e $T_{30}$ (e) do sorvete.

| **Coeficientes** | *Overrun* | P | $X_0$ | $T_{10}$ | $T_{20}$ | $T_{30}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Média | **21,42** | **2,96** | **44,85** | **21,38** | **28,19** | **33,74** |
| $X_1$ | -1,57 | -0,00 | **7,50** | 3,48 | **4,72** | **5,55** |
| $X_2$ | **2,37** | 0,07 | **-8,34** | -3,48 | -4,72 | **-5,99** |
| Falta de ajuste (*p*-value) | 0,52 | 0,04 | 0,15 | 0,84 | 0,06 | 0,61 |
| $R_2$ ajustado | 0,87 | 0,00 | 0,96 | 0,86 | 0,93 | 0,94 |

P. Taxa máxima de derretimento. $X_0$. Tempo para atingir a taxa máxima. $T_{10}$ $T_{20}$ $T_{30}$. Tempo necessário para atingir 10%, 20% e 30% de derretimento. $X_1$. Gordura. $X_2$. CB. Valores em negrito indicam significância estatística ($p<0,05$).

Tabela 2. Coeficientes de regressão do *overrun*, taxa de derretimento, $X_0$, $T_{10}$, $T_{20}$ e $T_{30}$ do sorvete.

Guo et al. (2018) utilizaram uma substituição de 30% de gordura por um complexo CB e proteína de soja isolada e observaram um derretimento mais lento. Entretanto, a maioria dos estudos utiliza concentrações mais altas de CB juntamente com outros componentes como proteínas e polissacarídeos, como utilizado em um estudo realizado por Xavier e Ramana, 2022, que avaliaram as propriedades físicas de formulações com redução de gordura contendo CB e inulina, além de formulações controle sem adição desses ingredientes. Os autores verificaram que as formulações contendo 17% de CB e 1,4% de inulina foram eficientes no aumento da resistência ao derretimento.

Dentre os efeitos da CB na resistência ao derretimento, é possível destacar a capacidade de retenção de água e o potencial como estabilizador de emulsões. A inulina pode também pode contribuir para a retenção de água e para o aumento de sólidos não gordurosos, reduzindo a água congelada disponível e o ponto de congelamento e, como consequência o ponto de fusão (derretimento do sorvete) (Gorinstein et al., 2001). Desse modo, aumentar as concentrações de CB e utilizar outros ingredientes como fibras pode contribuir para o aumento da resistência ao derretimento. Entretanto, os estudos supracitados utilizaram concentrações muito altas de CB, o que poderia tornar o produto final extremamente oneroso e inviável economicamente.

## 4 I CONCLUSÃO

O presente estudo sugere que a substituição de gordura por CB pode melhorar significativamente ($p<0,05$) a incorporação de ar (*overrun*) das formulações sem, entretanto, apresentar efeito em relação à resistência ao derretimento.

Outro aspecto importante, foi que a utilização de um novo modelo matemático para avaliar o comportamento do sorvete durante o derretimento pode contribuir para a melhor compreensão do que acontece durante esse processo. Além disso, a avaliação da taxa de derretimento não expressa, de fato, este comportamento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro do CNPq (380581/2022-1).

## REFERÊNCIAS

ABIS – Associação Brasileira das Indústrias e do setor de sorvete. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estatistica_producaoeconsumodesorvetesnobrasil.html> Acesso em: 10, jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria Nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Brasília, DF, de 28 de outubro de 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 266, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico: Gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 320, de 22 de fevereiro de 2022. Dispõe sobre os requisitos técnicos para fabricação, comercialização e identidade e qualidade do sorvete. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 fev. 2022. Seção 1, p. 18-21.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC N° 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 dez. 2019.

DE SOUZA, J. C. B. et al. Sorvete: Composição, Processamento e Viabilidade da Adição de Probiótico. Alim. Nutr. Araraquara v.21, n.1, p. 155-165, jan./mar. 2010.

GAMA, M.; DOURADO, F.; BIELECKI, S. Bacterial Nanocellulose. 1st Ed. From Biotechnology to Bioeconomy. Ed. Elsevier, 2016, 260p.

GIBIS, M. et al. Influence of molecular weight and degree of substitution of various carboxymethyl celluloses on unheated and heated emulsion-type sausage models. Carbohydrate polymers, v. 159, p. 76-85, 2017. ISSN 0144-8617.

GOFF, H.D. Formation and stabilisation of structure in ice-cream and related products. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 7 (2002), pp. 432-437.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Ice Cream. 7th Ed. New York: Springer, 2013. ISBN 1461460964.

GOFF, H. D. Ice Cream and Frozen Desserts: Manufacture. Reference Module in Food Science, p. 1 - 6, 2016.

Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M., Weisz, M., Trakhtenberg, S., & Màrtín-Belloso, O. (2001). Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2), 952– 957. https://doi.org/10.1021/jf000947k

GOTTSCHALK, L. M. F. et al. Produção de celulose bacteriana por *Gluconacetobacter hansenii* ATCC 1431 utilizando resíduos agroindustriais e diferentes fontes de nitrogênio. Publicações Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2013.

GUO, Y. et al. Nano-bacterial cellulose/soy protein isolate complex gel as fat substitutes in ice cream model. Carbohydrate polymers, v. 198, p. 620-630, 2018. ISSN 0144-8617.

LU, Q; YU, X; ELGASIM, A, A, Y; WAHIA, H; ZHOU, C; Application and challenge of nanocellulose in the food industry. Food Bioscience Volume 43, October 2021, 101285.

KURT, A.; ATALAR, I. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. Food Hydrocolloids, v. 82, p. 186-195, 2018. ISSN 0268-005X.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Ice cream. 6th Ed. New York: Kluwer Academic, Plenum Press, p. 139 - 143, 2003. SBN 0306477009.

MARSHALL, R. T.; ARBUCKLE, W. S. Ice cream. 5th Ed. Aspen Publisher. 2000. 349p.

PAXIMADA, P. et al. Effect of bacterial cellulose addition on physical properties of WPI emulsions. Comparison with common thickeners. Food Hydrocolloids, v. 54, p. 245-254, 2016. ISSN 0268-005X.

SAREMNEZHAD, S.; ZARGARCHI, S.; KALANTARI, Z. N. Calcium fortification of prebiotic ice-cream. LWT, v. 120, p. 108890, 2020. ISSN 0023-6438.

UL-ISLAM, M.; KHAN, T.; PARK, J. K. Nanoreinforced bacterial cellulose–montmorillonite composites for biomedical applications. Carbohydrate polymers, v. 89, n. 4, p. 1189-1197, 2012. ISSN 0144-8617.

YU, B. et al. Preparation of nanofibrillated cellulose from grapefruit peel and its application as fat substitute in ice cream. Carbohydrate Polymers, v. 254, p. 117415, 2020. ISSN 0144-8617.

# CAPÍTULO 11

# DESENVOLVIMENTO, ACEITABILIDADE E INTENÇÃO DE COMPRA DE UM QUEIJO VEGANO TIPO *BRIE* DE AMENDOIM

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Angela Cristina dos Santos Oliveira**
Graduada do Curso de Nutrição
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo - RS
http://lattes.cnpq.br/9129829858631726

**Angelica Weber Menzel**
Professora dos cursos de Nutrição e Gastronomia
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo - RS
http://lattes.cnpq.br/0749110892014954

**Cláudia Krindges Dias**
Mestre em nutrição e alimentos
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo - RS
http://lattes.cnpq.br/8377820932799132

**Liziane Dantas Lacerda**
Professora dos cursos de Nutrição e Gastronomia
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo - RS
http://lattes.cnpq.br/5485179014601946

**Valmor Ziegler**
Professor do Mestrado Profissional em Nutrição e Alimentos
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo - RS
http://lattes.cnpq.br/5138207824433367

**RESUMO:** O constante aumento da população mundial e as mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores trazem novas perspectivas para a indústria alimentícia. O veganismo e o vegetarianismo são tendências consolidadas entre os indivíduos preocupados com a sustentabilidade e o bem-estar animal. Porém, as restrições alimentares impostas por essas dietas privam os seus adeptos de consumir carnes e laticínios. Tendo em vista o cenário atual, o objetivo deste estudo foi desenvolver um queijo *Plant-based* do tipo *Brie* com propriedades funcionais e aceitável sensorialmente. O alimento *Plant-based*, produzido a partir do extrato proteico do amendoim, foi submetido aos mesmos processos de fabricação e maturação do queijo *Brie* de origem animal. Foram desenvolvidas duas formulações: ALA (adicionado levedura e aroma) e QPA (queijo puro de amendoim). Os dois produtos foram analisados sensorialmente por 100 avaliadores utilizando uma escala hedônica de 7 pontos. Os percentuais de aceitação para os dois queijos obtiveram nota média acima de 5 pontos.  A amostra ALA foi considerada aceita em todos os atributos avaliados e alcançou intenção de compra de 72% dos provadores com

índice médio de 84% de aprovação para os atributos avaliados. Os percentuais de aceitação demonstram que, mesmo diante da necessidade de melhoramento, é possível a elaboração de substitutos *Plant-based* para o queijo *Brie* tradicional.
**PALAVAS-CHAVE:** Queijo *Plant-base*, Sustentabilidade, Aceitabilidade, Intenção de compra.

## DEVELOPMENT, ACCEPTABILITY AND PURCHASE INTENTION OF A VEGAN PEANUT BRIE CHEESE

**ABSTRACT:** The constant increase in the world population and changes in consumers' eating habits bring new perspectives to the food industry. Veganism and vegetarianism are consolidated trends among individuals concerned with sustainability and animal welfare. However, the dietary restrictions imposed by these diets deprive their adherents of consuming meat and dairy products. Through market research, cheese was identified as the dairy product that vegans miss the most in their diets. Given the current scenario, the objective of this study was to develop a *plant-based Brie* cheese with functional and sensorially acceptable properties. The *Plant-based* food, produced from peanut protein extract, was subjected to the same manufacturing and maturation processes as *Brie* cheese of animal origin. Two formulations were developed: ALA (added yeast and aroma) and QPA (pure peanut cheese). The two products were sensorially analyzed by 100 people belonging to the target audience using the Acceptance Test with a 7-point hedonic scale. The acceptance percentages for the two kinds of cheese obtained an average score above 5 points. The ALA sample was considered accepted in all attributes evaluated and reached the purchase intention of 72% of the panelists with an average rate of 84% of approval for the evaluated attributes. The acceptance percentages show that, even in the face of the need for improvement, it is possible to develop *Plant-based* substitutes for traditional *Brie* cheese.
**KEYWORDS:** Plant-based cheese, Sustainability, Acceptability, Purchase intention.

## 1 I INTRODUÇÃO

Atualmente a população mundial soma 7,8 bilhões de pessoas e, segundo uma estimativa da ONU, nas próximas três décadas haverá um aumento de quase dois bilhões, totalizando em torno de 10 bilhões de pessoas no ano de 2050. Este crescimento expressivo traz novas perspectivas e desafios para a indústria alimentícia, que deverá lidar com a escassez de recursos naturais e a alta demanda de produtos (ARAÚJO *et al.*, 2017; ONU, 2019). Soma-se a isso o surgimento de novos hábitos alimentares com os quais os consumidores tornam-se mais exigentes em relação às suas demandas. O vegetarianismo e o veganismo são tendências bem consolidadas entre os indivíduos que prezam pelo bem-estar animal, de forma que negam o consumo de alimentos ou produtos derivados de animais. Estima-se que, atualmente, 1,5 bilhões de pessoas sejam vegetarianas (NESLEK, FORESTELL, 2020). A indústria de carnes, laticínios e derivados também é apontada como responsável pelo desmatamento, poluição e mudanças climáticas (ROWLAND, 2018; VEGANBUSINESS, 2020), elementos que desencorajam o consumo destes produtos

por indivíduos preocupados com a sustentabilidade. Movimentos como o *Clean Label* e a revolução *Plant-based* evidenciam a demanda por alimentos fabricados de maneira mais sustentável (WILEY, 2019). Vale ressaltar a preocupação com hábitos alimentares mais saudáveis, pois estima-se que 70% das doenças surgidas nas últimas décadas têm relação com o consumo de insumos de origem animal (ONU, 2020). Outro limitador para o consumo de derivados animais são as alergias alimentares, reações imunológicas ao alimento natural, como leite, ovos, frutos do mar e seus derivados. A alergia é um risco à saúde que afeta 5 a 10% da população nos países desenvolvidos, e faz com que os indivíduos eliminem esses gêneros alimentícios de suas dietas (OLIVEIRA *et al*., 2018; MARION-LETELLIER, 2019).

Esse cenário cria oportunidades para o desenvolvimento dos chamados alimentos funcionais, produtos que contêm compostos bioativos que podem auxiliar na manutenção dos níveis de triglicerídeos; na proteção celular contra os radicais livres; no funcionamento do intestino; na redução da absorção do colesterol; entre outros fatores (BRASIL, 2018). As plantas são fontes importantes de compostos bioativos que atuam em conjunto com nutrientes, vitaminas, minerais e fibras para reduzir doenças humanas (KAPINOVA, 2017; LACHANCE, 2020). O amendoim, leguminosa da família *Fabaceae*, é caracterizado como alimento funcional devido ao seu alto valor nutricional, pois é fonte de compostos bioativos, tais como fenólicos e flavonoides; possui cerca de 26-32% de proteínas; alto teor de gorduras, sendo 50% de ácidos graxos insaturados; é ótima fonte de minerais como o cobre, manganês, ferro, fósforo e magnésio e vitaminas (MASSARIOLI, 2018; GUO *et al*., 2020; FLORIANO *et al*., 2021).

Dietas veganas e vegetarianas impõem restrições alimentares, e um dos alimentos excluídos dentro dessas dietas é o queijo de origem animal. O queijo tradicional surgiu artesanalmente através da coagulação do leite por ação microbiana e posterior drenagem do soro, formando uma mistura rica em proteínas e gorduras (SILVA, 2018). De acordo com a definição do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da portaria Nº 146, de 07 de março de 1996:

> Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.

O queijo *Brie de Meaux*, de origem francesa, é geralmente apresentado em forma cilíndrica pequena, tem como características a massa crua não prensada, maturado, coberto com mofo branco, sabor forte e típico. O formato cilíndrico ou triangular costuma ter três centímetros de altura e peso aproximado de 200 gramas. O mercado de queijos veganos

está em recente ascensão, porém o único produto caracterizado como queijo de base vegetal é o Tofu, feito a partir da soja, coagulado e solidificado, sem adição de amidos e gorduras (YASIN, 2019; PAL, 2019). Embora já sejam ofertadas misturas de amido e gordura que formulam alimentos de características semelhantes ao *cheddar*, requeijão, gorgonzola e muçarela, (formulados a partir de extratos de castanhas, amêndoas, amendoim, amido de batata), esses produtos são caros e não atendem ao processo de produção de um queijo pela adição dos farináceos, óleos e gomas (VEGANBUSINESS, 2020; MATTICE, 2020). Há uma estimativa de que o mercado de alimentos à base de vegetais deve alcançar 74,2 bilhões de dólares em 2027 (METICULOUS, 2020). Isso enfatiza o *Plant-based* como nicho de mercado promissor para atender ao veganismo e ao público com restrições alimentares a lácteos.

Apesar de ainda não haver uma regulamentação de produtos à base de vegetais no Brasil, sejam veganos ou *Plant-based*, é respeitada a legislação para produtos de origem vegetal conforme as RDC 268/2005 e RDC 272/2005 – Regulamento Técnico para Produtos Protéicos de Origem Vegetal e Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis, respectivamente. As alternativas *Plant-based* mais comuns para queijos ainda são produtos feitos a partir da soja ou leite de soja, como o tofu, por exemplo. Porém, esses alimentos não se assemelham sensorialmente ao queijo de origem animal visto que o queijo de soja conserva um sabor acentuado do grão e ainda apresenta textura arenosa e não uniforme (JEEWANTHIi, 2018).

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um queijo *Plant-based* do tipo *Brie* com propriedades funcionais e analisar a aceitabilidade e a intenção de compra do produto.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Pesquisa de mercado

Este projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNISINOS para apreciação e após aprovação sob parecer número 4.462.068 fez-se início da coleta dos dados. Todos os participantes do estudo foram esclarecidos quanto aos objetivos da pesquisa, da garantia de confidencialidade e isenção de riscos. Os participantes que aceitaram fazer parte da pesquisa assinaram o TCLE em duas vias.

A análise de mercado foi realizada por meio de um questionário online divulgado através de mídias sociais e direcionado a vegetarianos estritos e veganos. O objetivo foi identificar o gênero alimentício que estes indivíduos mais sentem falta na sua dieta. Os participantes tiveram que responder a seguinte questão; “Qual o produto lácteo que você mais sente falta na alimentação vegana?”. As opções de resposta eram as seguintes: leite, manteiga, requeijão, queijo e iogurte. O resultado obtido apontou 70% de preferência pelo queijo. A partir dessa informação, deu-se início ao projeto para produção do queijo vegano.

## 2.2 Produção do queijo

O trabalho foi conduzido em uma cozinha doméstica, em Parobé-RS, devidamente equipada e higienizada para fins culinários. O amendoim branco *Arachis hypogaea,* utilizado cru e sem casca, foi adquirido de marca comercial de fornecedor local e os equipamentos foram comprados on-line de fornecedor nacional, junto aos fermentos, agente coagulante ácido cítrico a 10%, o cloreto de cálcio e fungos *Penicillium candidum* de marca comercial. Em uma das amostras foi utilizado a levedura nutricional *Saccharomyces cerevisiae* e aromas idênticos ao natural de provolone e defumado. Foram respeitadas todas as normativas para a produção de alimentos veganos e as orientações da Embrapa para confecção de queijo artesanal.

A matéria-prima para a produção do queijo *Brie* foi o extrato vegetal de amendoim, que foi elaborado de acordo com a seguinte metodologia: 4 kg de grãos de amendoim branco sem casca, com pele foram hidratados em 10 L de água durante um período de 12 h. Os grãos foram drenados e a pele foi removida, foi adicionada água aquecida a 100 °C na proporção de 5:1 em relação aos grãos hidratados. A mistura foi processada em liquidificador doméstico de 700 W de potência durante 5 min. Em seguida, o extrato foi peneirado em peneira de trama fina e transferido para duas panelas de aço inox de 5 L cada. Após fervura, o extrato foi cozido por 7 min.

A solução do agente coagulante, ácido cítrico em água mineral filtrada, foi adicionada aos extratos a 10% (m/v). Homogeneizou-se manualmente e deixou o extrato em repouso por 120 min. O coágulo formado foi cortado com movimentos lentos e perpendiculares. Após, o soro foi drenado em peneira de trama fina e filtro de algodão. Em seguida, foi feita a salga e foram adicionados o cloreto de cálcio, o fermento e o fungo. A amostra QPA - Queijo Puro de Amendoim utilizou apenas o extrato de amendoim puro, para a amostra ALA - Amendoim Levedura e Aromas, foram adicionados a levedura nutricional e os aromas de provolone e defumado. Feito isso, as massas foram transferidas para formas de plástico de 15 cm de diâmetro próprias para fabricação de queijo. As formas foram levadas para refrigeração em geladeira a 8 °C durante 24 h para estabilização do produto. Terminado esse período, foram desenformadas e distribuídas em prateleiras revestidas com papel manteiga e mantidas em refrigeração para as subsequentes viragens diárias. Após 15 dias alcançou-se a cobertura total por mofo branco *Penicillium candidum (camemberti)* então as amostras foram embaladas em papel alumínio e em formas de papel.

As proporções destas matérias primas encontram-se no quadro 1.

| Matéria-prima | Quantidade (% p/p) |
|---|---|
| Amendoim | 94,09 |
| Levedura Nutricional | 4,70 |
| Ácido cítrico | 0,47 |
| Cloreto de cálcio | 0,25 |
| Cloreto de sódio | 0,10 |
| Aroma defumado | 0,09 |
| Aroma de provolone | 0,16 |
| Fermento | 0,09 |
| Fungo | 0,05 |

Quadro 1 – Formulação

Fonte: Elaboração própria

O fluxograma 1 engloba o processo de produção, desde a aquisição da matéria prima, o preparo do extrato vegetal de amendoim e a etapa de finalização do queijo como produto final.




Fluxograma 1 - Produção

Fonte: Elaboração própria 1

O produto da pesquisa obedeceu às orientações da Embrapa para a confecção de queijo artesanal e as normativas para produtos veganos (EMBRAPA, 2006).

## 2.3 Informação nutricional

A tabela com informação nutricional foi desenvolvida utilizando as Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos – TACO e TBCA e informações do rótulo dos insumos. (TACO, 2011; TBCA, 2019). e INSTRUÇÃO NORMATIVA-IN Nº 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020 (BRASIL, 2020)

## 2.4 Análise bromatológica

A análise bromatológica foi aplicada para pH, cinzas e umidade, de acordo com o método sugerido pela AOAC - *Official Methods of Analysis* (1990), para análises de queijos citada na página 840 (AOAC, 1990).

## 2.5 Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Saúde da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Campus São Leopoldo. Os participantes foram indivíduos do corpo discente, docente e colaboradores diretos e terceirizados da universidade, todos pertencentes a ambos os sexos e com idades entre 18 e 70 anos. Os voluntários foram convidados a degustar as amostras e avaliar o quanto gostaram ou desgostaram, assim como informar a sua intenção de compra em relação ao produto. Cada participante recebeu uma amostra de 10 g dos queijos produzidos, acompanhados de 50 mL de água mineral sem gás e 5 g de torrada para eliminação de qualquer sabor residual.

Foi utilizado o Método de Análise Sensorial Afetiva para determinação da aceitação e intenção de compra dos produtos. Para avaliação da aceitabilidade, foi utilizada uma escala hedônica de sete pontos, sendo o ponto 1 equivalente a Desgostei Muitíssimo; e 7, Gostei Muitíssimo, e os provadores foram convidados a avaliar sensorialmente os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global das amostras dentro dessa escala. O produto cujo percentual de aceitação foi igual ou superior a 70%, ou seja, com nota de no mínimo 4,9 pontos na escala, foi considerado aceito. A intenção de compra deu-se em função da nota em uma escala de atitude de cinco pontos, sendo 1 equivalente a Decididamente compraria; e 5, Decididamente não compraria. O produto cujo somatório das notas 4 e 5, equivalente a 70% dos provadores, é considerado aceito (STONE e SIDEL, 2004).

## 2.6 Análise estatística

As determinações analíticas foram realizadas, e os desvios padrões foram relatados. Os resultados foram submetidos à comparação de médias pelo teste-t a um nível de significância de 5%.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Aparência e características visuais

Nas figuras 1A e 1B constam respectivamente imagens das amostras ALA (Adicionado de levedura nutricional e aromas) e QPA (Queijo puro de amendoim) de queijo tipo *Brie.*



Figura 1A: Amostra ALA.



Figura 1B: Amostra QPA.

Fonte: Elaboração própria.

Ambas as amostras do queijo tipo *Brie* de amendoim apresentaram formato cilíndrico achatado, ficaram macias e com casca coberta por uma camada fina e aveludada de mofo branco.

### 3.2 Análise bromatológica

Na tabela 1, estão expostos os resultados encontrados para as amostras QPA e ALA do queijo *Brie* de amendoim nas análises de pH, teor de umidade e material mineral.

| Amostras | Análises | | |
|---|---|---|---|
| | pH | Umidade (%) | Cinzas (%) |
| QPA | 7,59 ± 0,04 b | 62,76 ± 1,21 b | 0,96 ± 0,28 b |
| ALA | 5,54 ± 0,012 a | 53,19 ± 1,43 a | 0,79 ± 0,35 b |

Média ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo Teste-t ($p \leq 0,05$).

Tabela 1. Análises bromatológicas dos dois produtos desenvolvidos.

A amostra QPA apresentou valores significativamente maiores de pH e umidade em comparação aos resultados obtidos para a amostra ALA. Visto que não existe uma legislação específica para o queijo *Brie*, este deve obedecer aos parâmetros estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Portaria n° 146/1996 (MAPA, 1996).

O pH é um parâmetro importante que influencia na textura, atividade microbiana e maturação do queijo (CARMO *et al.,* 2021). Os resultados das análises assemelham-se àqueles obtidos por Pereira (2020), que observou valores de pH para duas amostras de queijo *Brie* em diferentes tempos de maturação e encontrou resultados entre 5,28 e 6,35. Mefleh *et al.* (2022) encontraram o valor de pH de 5,60 para queijos produzidos com proteína de ervilha. Para o queijo *Brie* animal, produzido com leite pasteurizado e com adição de cloreto de cálcio, CARMO *et al.* (2021) verificou pH de 5,22, valor próximo ao da amostra ALA.

O teor de umidade, que está associado à capacidade de retenção de água da matriz proteica (SALINAS-VALDÉS, 2015), diminui em função do tempo de maturação do queijo devido à desidratação da massa (CARMO *et al.*, 2021). Ainda de acordo com Pereira (2020), o teor de umidade do queijo *Brie* analisado reduziu de 56,4% para 46,1% no decorrer de 40 dias de maturação. Conforme a Portaria nº 146/96, queijos de massa macia devem ter valores de umidade entre 46,0% e 54,9%, logo, a amostra ALA encontra-se dentro da faixa de especificação, mesmo tratando-se de um queijo de base vegetal.

Quanto ao teor de cinzas (material mineral), não houve diferença significativa entre as amostras QPA e ALA. Grasso *et al.,* (2021), ao analisarem diferentes queijos vegetais a base de amido, proteínas isoladas e óleos vegetais, encontraram os seguintes resultados: 0,41%, 1,12%, 2,86% e 1,56% para teor de cinzas, valores inferiores àqueles referentes aos queijos tradicionais, com 2,37% e 3,35%. Pereira *et al.,* (2020) encontrou valores mais altos para queijos *Brie* tradicionais produzidos em diferentes estações do ano, com 3,07%, 3,74% e 4,90%, o que evidencia que queijos *Plant-based* possuem maior teor de matéria orgânica devido ao baixo teor de cinzas.

### 3.3 Propriedades sensoriais

A tabela 2 apresenta os valores médios indicados pelos provadores na escala hedônica para os atributos sensoriais das amostras de queijo tipo *Brie*. A amostra ALA recebeu avaliações ligeiramente maiores que a amostra QPA em todos os atributos avaliados, com 0,4 pontos percentuais de diferença para Aparência; 0,31 para Aroma; 0,94 para Sabor; 0,52 para Textura e 0,66 para Impressão Global, porém não apresentaram diferença significativa estatisticamente.

A possível razão para essa avaliação se dá, pois, a amostra ALA apresentou textura suave e homogênea, aroma de queijo, sabor leitoso ligeiramente salgado e com um toque de amargor. A presença da levedura nutricional concedeu o sabor mais característico de queijo, que foi intensificado pela adição dos aromas de provolone e fumaça.

Judacewski (2020), ao avaliar as percepções dos consumidores do queijo tipo *Brie* tradicional (produzido a partir do leite de vaca), concluiu que o gosto amargo, com residual amargor e aroma amoniacal é frequentemente presente em queijos maturados com mofo branco. Kapinova, (2017) justifica esse amargor como resultado da atividade proteolítica,

com produção de pequenos peptídeos e compostos de amônia, a partir da hidrólise das proteínas, principalmente nas regiões hidrofóbicas da caseína αS1 e β-caseína. Essa também pode ser a causa do amargor na amostra QPA, por se tratar de um alimento proteico, mas, além da percepção sensorial, este aspecto não foi avaliado.

| Amostras | Atributos avaliados | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Aparência | Aroma | Sabor | Textura | Impressão Global |
| QPA | 5,23±1,37[a] | 5,07±1,24[a] | 4,76±1,60 [a] | 5,12±1,20[a] | 5,14±1,30[a] |
| ALA | 5,63±1,11[a] | 5,38±1,18[a] | 5,70±1,22 [a] | 5,64±1,19[a] | 5,80±1,05[a] |

Média da escala onde 7=gostei muitíssimo 1= desgostei muitíssimo. Média ± Desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não apresentam diferença significativa pelo Teste-t ($p \leq 0,05$).

Tabela 2 – Valores médios indicados pelos provadores na escala hedônica sobre os atributos sensoriais das amostras de queijo tipo *Brie.* (n =100 provadores)

No Percentual de Aceitabilidade, a amostra ALA alcançou nota acima da nota média exigida, o que caracteriza a aceitação da amostra. Já a amostra QPA não foi aceita em relação ao aspecto sabor, pois não alcançou a nota exigida, ficando com uma média de 4,76 pontos. Resultado que pode ser justificado diante de sua textura menos homogênea (com presença de micro farelos do amendoim), e pela presença do sabor residual do amendoim com um acentuado amargor mais intenso, contudo, a aparência desta amostra melhor se assemelhou a aparência do queijo *Brie* tradicional. Quanto ao Índice de Aceitabilidade, considera-se aceito o produto que obteve no mínimo 70% da nota para todos os atributos. Portanto, conforme apresentado na Figura 2, o queijo tipo *Brie* da amostra ALA foi considerado aceito em todos os atributos avaliados com 90% de aprovação no índice de aceitação global. Já o queijo tipo *Brie* da amostra QPA não obteve aceitação para os atributos aroma, sabor, textura e impressão global, o que pode ser explicado pela ausência da levedura e dos aromas artificiais nesta amostra, elementos que tornam o queijo mais agradável ao paladar. Mefleh *et al.* (2022) destacam a importância da adição de temperos e especiarias em queijos *Plant-based* para torná-los mais aceitáveis sensorialmente, disfarçando o sabor residual dos grãos utilizados para a fabricação dos queijos.

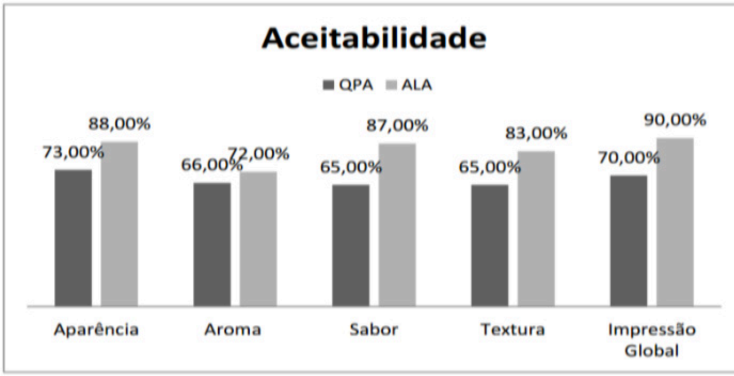



Figura 2 – Percentual de aceitabilidade

Fonte: elaboração própria.

Esses resultados foram superiores aos obtidos por Taffarel (2012) para os parâmetros sabor, aroma, cor, textura e aceitação global em alimentos desenvolvidos do tipo requeijão, os quais obtiveram média de 80% de aprovação. Ainda assim foi possível observar através dos comentários que alguns provadores notaram a presença do sabor residual de amendoim para ambas as amostras, o que evidencia a dificuldade de reproduzir o aroma e sabor do queijo *Brie* sem ingredientes oriundos do leite.

Pointke e Pawelzik (2022), ao avaliar a percepção sensorial de consumidores frente a três diferentes produtos do tipo *Plant-based,* concluíram que os hábitos alimentares dos consumidores são fatores que afetam a sua percepção sobre novos produtos, pois participantes veganos atribuíram notas maiores, em média 8,2, em uma escala hedônica de 1 a 9, para queijos *plant-based* enquanto os participantes vegetarianos e onívoros, atribuíram notas 6,7 e 6,6, respectivamente. Essa diferença deve-se à familiaridade dos indivíduos veganos com alimentos derivados de plantas.

## 3.4 Intenção de compra

Os valores obtidos como resultados para a intenção de compra das amostras avaliadas são apresentados na tabela 3.

| Amostras | Percentual de aprovação (%) | | |
|---|---|---|---|
| | Não | Talvez Sim/não | Sim |
| QPA | 30,00 [a] | 32,00 [a] | 38,00 [b] |
| ALA | 7,00 [b] | 21,00 [b] | 72,00 [a] |

Média da escala onde 5=Decididamente compraria 1= Decididamente NÃO compraria. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os valores (p=0,05) pelo teste-t (n =100 provadores)

Tabela 3 - Notas obtidas para intenção de compra das amostras de queijo tipo *Brie*. (n =100 provadores)

O Índice de Intenção de Compra determina que um produto é aceito quando a soma das notas 4 e 5 corresponde aos valores atribuídos por no mínimo 70 % dos provadores (STONE e SIDEL, 2004). A amostra ALA alcançou intenção de compra de 72 % dos provadores, com 44 % dos provadores declarando que Provavelmente Comprariam e 28 % declarando que “Decididamente comprariam”, como é possível visualizar na figura 3. Já a amostra QPA não obteve aprovação suficiente para intenção de compra, pois 30% dos provadores declararam que “não comprariam” e 32% atribuíram nota 3, o que corresponde a indiferença, apenas 38 % declararam que “compraria o produto”. Esse resultado provavelmente deve-se à percepção sensorial dos participantes, que identificaram na amostra QPA um sabor residual do amendoim e a textura pouco homogênea. Dessa forma, a intenção de compra foi favorável apenas à amostra ALA, que se apresentou mais agradável sensorialmente.

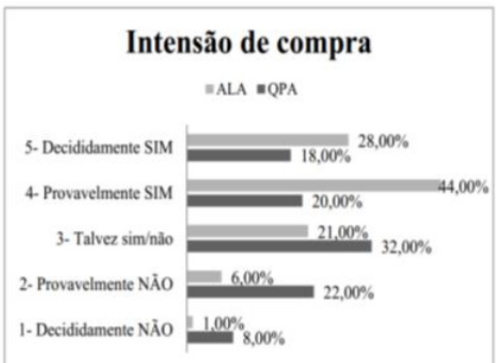



Figura 3 – Percentual de intenção de compra, onde percentual de respostas corresponde à atitude.

Fonte: Elaboração própria.

Os valores obtidos para intenção de compra da amostra ALA se assemelham aos valores alcançados por Da Silva Cruz (2021) ao avaliar um alimento tipo queijo ricota à base de extrato vegetal de amendoim, que obteve a intenção de compra de 75% dos provadores.

## 3.5 Informação nutricional

A Tabela de Informação Nutricional foi elaborada com a finalidade de conhecer a composição nutricional do MVP (produto minimamente viável) aceito, neste caso, a amostra ALA de queijo tipo *Brie*, produzida a partir do extrato vegetal de amendoim branco e da adição de levedura nutricional.

| Informação Nutricional | | |
|---|---|---|
| Quantidade em 100 g | | %VD |
| Valor energético (Kcal) | 162 | 8 |
| Carboidratos (g) | 7,4 | 2 |
| Açúcares totais (g) | 1,2 | |
| Açúcares adicionados (g) | 0 | 0 |
| Proteínas (g) | 8,6 | 14 |
| Gorduras Totais (g) | 11 | 20 |
| Gorduras Saturadas (g) | 1,5 | 1 |
| Gorduras Trans (g) | 0 | 0 |
| Fibra alimentar (g) | 2,7 | 11 |
| Sódio (mg) | 25 | 1 |
| Vitamina B12 (mcg) | 4,1 | 172 |
| **% de valores diários sobre dieta de 2.000 kcal.** | | |

Tabela 4 – Informação nutricional da amostra ALA.

Fonte: Elaboração própria.

A amostra ALA apresentou um valor energético de 162,39 kcal por porção de 100g de queijo. Pointke e Pawelzik (2022), ao analisarem uma série de amostras de queijos de base vegetal disponíveis no mercado, verificaram que esses produtos possuem menos calorias quando comparados com suas versões tradicionais de origem animal, sendo os de origem vegetal (283,3 kcal/100g) no queijo fatiado e (288,2 kcal/100g) no queijo *cheddar e os de origem animal* (339,4 kcal/100g) e (329,2 kcal/100g), respectivamente. Os autores ainda reforçam o consumo de alimentos de baixa densidade energética como meio de prevenção de doenças cardíacas. Os queijos dos tipos fatiado, *cheddar*, feta e muçarela também apresentaram valores significativamente inferiores de proteínas frente aos produtos de origem animal.

O queijo *Brie* da amostra ALA possui 7,42% de carboidratos, valor próximo ao encontrado em outros estudos de queijos de base vegetal fabricados a partir de outras fontes proteicas, como castanha de caju, com 13,3% de carboidratos, e soja, com 9,95% para o queijo feta e 13,74% para o muçarela (FRESÁN e RIPPIN 2019; POINTKE e PAWELZIK, 2022).

Queijos *Plant-Based* normalmente possuem baixos teores de proteínas. Em uma pesquisa com 245 amostras de mercado de queijos de diferentes bases vegetais, 75% dos produtos apresentaram níveis de proteínas inferiores a 2,5 por porção de 30g (CRAIG *et al.,* 2022). Daí surge a importância da utilização do extrato de amendoim como fonte

proteica, pois trata-se de uma leguminosa rica em proteínas e aminoácidos essenciais. Ainda de acordo com os mesmos autores, as amostras de mercado não apresentavam vitaminas, cálcio e fibras, o que evidencia a importância da suplementação do alimento *Plant-based*, sendo a levedura nutricional e o cloreto de cálcio os agentes responsáveis pelos valores destes compostos na amostra ALA.

A amostra ALA apresentou 10,91% de gorduras. Trata-se de um alimento isento de colesterol, pois é derivado de base vegetal. Muitos produtos semelhantes levam a adição de óleos vegetais, tais como óleo de coco e óleo de palma, com o objetivo de mimetizar propriedades texturais do queijo, porém isso leva a um aumento dos níveis de gorduras saturadas (CRAIG *et al.,* 2022). Oliveira *et al.,* (2021) destacam que o extrato aquoso de amendoim possui 2,46% de proteínas e 3,68% de ácidos graxos monoinsaturados e enfatizam que estes compostos desempenham papel funcional no organismo humano, pois influenciam no aumento da captação do colesterol de baixo peso molecular (LDL) pelo fígado e na elevação dos valores séricos de colesterol de alto peso molecular (HDL). Inclusive, o óleo de amendoim apresenta-se como bom substituto para os óleos de coco e palma devido ao seu baixo conteúdo de gorduras saturadas (BOUKID *et al.,* 2020).

## 4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados expostos, verifica-se que a amostra ALA de queijo tipo *Brie* obteve aceitação em todos os atributos avaliados, com intenção de compra de 72%.

A amostra ALA apresenta-se como um produto em potencial para atender ao mercado de alimentos *Plant-based*, servindo como um substituto saudável do queijo tradicional para consumidores veganos, vegetarianos, intolerantes à lactose ou alérgicos ao leite de origem animal.

A amostra QPA não obteve boa aceitação em relação aos atributos aroma, sabor, textura e impressão global, com baixo índice de intenção de compra, de forma que necessita de melhorias.

## REFERÊNCIAS


AMBROSINI, Larissa Bueno; DE OLIVEIRA, Carlos Alberto; FAVRETO, Rodrigo. Evolução dos sistemas agrários no território de produção do “abacaxi terra de areia” no litoral do Rio Grande do Sul. Desenvolvimento Regional em debate: DRd, v. 7, n. 1, p. 25-50, 2017.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. Vol.1, Agricultural Chemical; Contaminants; Drugs. Arlington: AOAC Inc.; 1990, 840 p. https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf.

ARAÚJO, Roger Melo *et al*. ECONOMIA AMBIENTAL: O DESAFIO DA PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS. Múltiplos Acessos, v. 2, n. 2, 2017.

BOUKID, F.; Lamri, M.; Dar, B.N.; Garron, M.; Castellari, M. Vegan alternatives to processed cheese and yogurt launched in the European Market during 2020: A nutritional challenge? Foods 2021, 10, 2782.

BRASIL. 2020 Lei Federal nº 13.979/20 - LEI Nº 13.979, DE 6 DE FEVEREIRO DE 2020 -DOU - Imprensa Nacional DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO Publicado em: 07/02/2020 | Edição: 27 | Seção: 1 | Página: 1Órgão: Atos do Poder Legislativo.Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.979-de-6-de-fevereiro-de-2020-242078735 Acesso em: 18 de abril de 2020

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. Árvore do conhecimento, tecnologia de alimentos, Queijos. 2006, Agência Embrapa de informação e tecnologia – https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girl7f3902wx5ok05vadr1r72tozg.html.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. Começam discussões sobre regulamentação de produtos à base de vegetais no Brasil. 2020 Segurança alimentar, nutrição e saúde https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57953786/comecam-discussoes-sobre-regulamentacao-de-produtos-a-base-devegetais-no-brasil.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova o Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 07 de março de 1996.

CARMO, A. S. do .; SANTOS, S. F. de M. .; BEZERRA, T. K. A. .; HOLANDA, H. D. de .; MADRUGA, M. S. .; MACIEL, J. F. .; COELHO, A. F. S. . Effect heat treatment and addition Lactobacillus acidophilus on the processing *brie* cheese. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e53610111963, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11963. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11963. Acesso em: 10 nov. 2022.

CRAIG, W.J.; Mangels, A.R.;Brothers, C.J. Nutritional Profiles of Non-Dairy *Plant-Based* Cheese Alternatives. Nutrients 2022, 14, 1247. https://doi.org/10.3390/nu14061247.

DA SILVA CRUZ, Gabriel Nistal; RIBEIRO, Mariana Cardoso Barros; DE OLIVEIRA, Vagner Roberto. ALIMENTOS TIPO QUEIJO À BASE DE EXTRATO VEGETAL DE AMENDOIM: DESENVOLVIMENTO DE REQUEIJÃO E RICOTA. Revista Ciência em Evidência, v. 1, n. 2, p. 76-86, 2021.

FLORIANO, Rafael Flores *et al*. Efeitos das condições de temperatura de torra dos grãos de amendoim sobre compostos bioativos. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 55328-55340, 2021.

FRANCE. Décrets, arrêtés, circulaires. Décret du 29 décembre 1986. Relatif à l'appellation d'origine contrôlée « *Brie* de Meaux ». Ministère de L'Agriculture et de La Pêche. Journal Officiel de La Republique Française. France, 1986.

FRESÁN, U.; Rippin, H. Nutritional Quality of *Plant-Based* Cheese Available in Spanish Supermarkets: How Do They Compare to Dairy Cheese? Nutrients 2021, 13, 3291. https://doi.org/10.3390/nu13093291.

GRASSO, N. *et al*. Composition and physicochemical properties of commercial *plant-based* block-style products as alternatives to cheese. Future Foods, v. 4, p. 100048, 2021.

GUO, Cong *et al*. Influence of different cooking methods on the nutritional and potentially harmful components of peanuts. Food chemistry, v. 316, p. 126269, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, n. 6, capítulo xi - análise sensorial, p. 307-308, 2008.

JEEWANTHI RKC, Paik HD. Modifications of nutritional, structural, and sensory characteristics of non-dairy soy cheese analogs to improve their quality attributes. J Food Sci Technol. 2018 Nov;55(11):4384-4394. doi: 10.1007/s13197-018-3408-3. Epub 2018 Sep 1. PMID: 30333634; PMCID: PMC6170359.

JUDACEWSKI, Priscila *et al*. Avaliação de esporos frescos de Penicillium candidum como inóculo em queijos maturados com mofo branco com base na percepção do consumidor brasileiro. 2020.

KAPINOVA, Andrea, *et al*. Os alimentos funcionais à base de plantas são a melhor escolha contra o câncer do que os fitoquímicos isolados? Uma revisão crítica da pesquisa atual sobre câncer de mama. Biomedicina e Farmacoterapia. Volume 96, dezembro de 2017, páginas 1465-1477.

LACHANCE, C.J. *et al*., Visando as características do câncer com uma abordagem baseada no sistema alimentar Nutrition, Volume 69, Janeiro 2020 , 110563 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900718306543 Acesso em 04 de Março de 2020.

MARION-LETELLIER, Rachel *et al*. Doenças inflamatórias intestinais e aditivos alimentares: para adicionar combustível às chamas !. Nutrientes , v. 11, n. 5, pág. 1111, 2019.

MASSARIOLI, Adna Prado. Propriedades funcionais em genótipos de amendoim adaptados ao semiárido: capacidade de desativação de espécies reativas do oxigênio e acessibilidade de polifenóis. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MATTICE, Kristin D .; MARANGONI, Alejandro G. Avaliando o Uso de Zeína na Estruturação de Produtos Vegetais. Current Research in Food Science , 2020.

MEFLEH, Marina *et al*. Spreadable plant-based cheese analogue with dry-fractioned pea protein and inulin–olive oil emulsion-filled gel. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2022.

METICULOUS RESEARCH, 2020 - *Plant-based* Food Market by Product Type (Dairy Alternatives, Meat Substitute, *Plant-based* Eggs, Confectionery), Source (Soy Protein, Wheat Protein), and Distribution Channel (Business to Business and Business to Customers) - Global Forecast to 2027.

NEZLEK, John B.; FORESTELL, Catherine A. Vegetarianism as a social identity. Current Opinion in Food Science, v. 33, p. 45-51, 2020.

OLIVEIRA, Alessandra Ribeiro Ventura *et al*. Alergia alimentar: prevalência através de estudos epidemiológicos. Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança, v. 16, n. 1, p. 7-15, 2018.

OLIVEIRA, Thárcia Kiara Beserra de *et al*. Composição físico-química e compostos bioativos do extrato aquoso de amendoim sem pele e enriquecido com pele. Brazilian Journal of Food Technology [online]. 2021, v. 24. https://doi.org/10.1590/1981-6723.16620.

ONU- Organização das Nações Unidas BRASIL - O Perspectivas Mundiais de População 2019: Destaques e materiais relacionados estão disponíveis em: https://population.un.org/wpp/. Acesso em 26 de JUN de 2020

ONU- Organização das Nações Unidas BRASIL – Por BATINI, Nicoletta, J. Lomax e D. Mehra. ARTIGO: Por que precisamos de sistemas alimentares sustentáveis no mundo pós-pandemia. https://nacoesunidas.org/artigo-por-que-precisamos-de-sistemas-alimentaressustentaveis-no-mundo-pos-pandemia/ Acesso em 20 de Agosto de 2020 53

PAL, Mahendra; DEVRANI, Mridula; AYELE, Yodit. Tofu: A popular food with high nutritional and health benefits. Food and Beverages Proccesing, v. 5, p. 54-55, 2019.

PEREIRA, Antonio Carlos Prestes *et al*. Avaliação das propriedades físico-químicas, texturais e microbiológicas de queijos curados em mofo branco brasileiro: uma abordagem tecnológica. Cienc. Rural , Santa Maria, v. 50, n. 1, e20190595, 2020.

PEREIRA, Maristela Costamilan *et al*. Mudança no perfil sociodemográfico de consumidores de produtos orgânicos. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 9, n. 20, p.2797-2804, 2015. Disponível em: Acesso em: 08 Junho. 2020.

POINTKE, M.; Pawelzik, E. *Plant-Based* Alternative Products: Are They Healthy Alternatives? Micro- and Macronutrients and Nutritional Scoring. Nutrients 2022, 14, 601. https://doi.org/10.3390/nu14030601

ROWLAND, Michael Pellman. Millennials Are Driving The Worldwide Shift Away From Meat. Forbes - Food & Drink. Mar, 2018. EDT https://www.forbes.com/sites/michaelpellmanrowland/2018/03/23/millennials-move-awayfrom-meat/?sh=2b8ebb6da4a4.

SALINAS-VALDÉS, Alicia *et al*. Yield and textural characteristics of panela cheeses produced with dairy-vegetable protein (soybean or peanut) blends supplemented with transglutaminase. Journal of food science, v. 80, n. 12, p. S2950-S2956, 2015.

SILVA, Fernando Teixeira. AGEITEC - Agência EMBRAPA de Informação e Tecnológica. Queijos Rio de janeiro. 2018 https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girl7f3902wx5ok05vadr1r72tozg.html Acesso em: 23 de maio de 2020

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. New York: Academic Press, 2004. 377 p.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). NEPA –UNICAMP, Campinas, ed. 4, rev. e ampl. Campinas: NEPA UNICAMP, 161 p., 2011.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.0. São Paulo, 2019. Disponível em: http://www.fcf.usp.br/tbca.

TAFFAREL, J.A.S. Desenvolvimento de alimentos veganos tipo “queijo” e tipo “requeijão”. 2012. Monografia (Graduação) Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2012.

VEGANBUSINESS, 2020. Queijo vegano: conheça os melhores queijos vegetais do Brasil. Mercado, veganismo. https://veganbusiness.com.br/queijo-vegano-conheca-os-melhoresqueijos-vegetais-do-brasil/ Acesso em 02 de setembro de 2020.

WILEY, Carol. 2019. Food Industry Executive. Innova Market Insights anuncia as 10 principais tendências de alimentos para 2020 https://foodindustryexecutive.com/2019/11/innova-announces-top-10-food-trends-for-2020/. Acesso em 04 Abril de 2020

YASIN, Umer A.; HORO, Jemal T.; GEBRE, Bilatu A. Physicochemical and sensory properties of tofu prepared from eight popular soybean [Glycine max (L.) Merrill] varieties in Ethiopia. Scientific African, v. 6, p. e00179, 2019.

# CAPÍTULO 12

# EFECTO DE LA TEMPERATURA Y FLUJO DE AIRE EN LA NANOENCAPSULACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS EXTRAÍDOS DE PAPA NATIVA EN MATRICES DE MALTODEXTRINA Y GOMA ARÁBIGA

*Data de submissão: 09/06/2023*

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Rodrigo Jaime Guzmán Gutiérrez**
Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0009-0008-3917-7707

**Carlos A. Ligarda-Samanez**
Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0001-7519-8355

**Henry Palomino-Rincón**
Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-4174-9961

**Elibet Moscoso-Moscoso**
Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-0546-4504

**David Choque-Quispe**
Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0003-4002-7526

**Betsy S. Ramos-Pacheco**
Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-0286-0632

**RESUMEN:** Las papas nativas contienen compuestos bioactivos beneficiosos para la salud humana; el objetivo del estudio fue evaluar la temperatura de entrada (96 - 116 °C) y el flujo de aire (120 - 150 L/min) en la nanoencapsulación de extractos fenólicos de papa nativa en el equipo Nano Spray Dryer B-90, mediante un diseño factorial $2^2$. Se obtuvieron los compuestos fenólicos del clon de papa, para luego ser encapsulados con 30 % de maltodextrina y goma arábiga (90:10). Se cuantificaron como variables dependientes el contenido de compuestos fenólicos, flavonoides, capacidad antioxidante, tamaño de partícula e higroscopicidad, siendo el tratamiento de 116 °C y 150 L/min (T4) el mejor en contenido de compuestos fenólicos (4.56 mg AGE/g), contenido de flavonoides (1.20 mg de quercetina/g), capacidad antioxidante (13.01 µmol TEAC/ g) e higroscopicidad (8.65%). El tratamiento T2 fue el de menor tamaño de partícula permitió obtener (800 nm). Finalmente, se concluye que a mayor temperatura de entrada y a menor flujo de aire se conservan mejor los compuestos bioactivos, por lo que los materiales obtenidos podrían utilizarse en alimentos funcionales y nutraceúticos en la industria alimentaria y farmacéutica.

**PALABRAS CLAVE:** Papas nativas, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, nanoencapsulación.

**ABSTRACT:** Native potatoes contain bioactive compounds beneficial to human health; the objective of the study was to evaluate the inlet temperature (96 - 116 °C) and airflow (120 - 150 L/min) in the nanoencapsulation of native potato phenolic extracts in the Nano Spray Dryer B-90 equipment, using a $2^2$ factorial design. The phenolic compounds were obtained from the potato clone and then encapsulated with 30 % maltodextrin and gum arabic (90:10). Phenolic compound content, flavonoids, antioxidant capacity, particle size, and hygroscopicity were quantified as dependent variables, with the 116 °C and 150 L/min treatment (T4) being the best in phenolic compound content (4.56 mg AGE/g), flavonoid content (1.20 mg quercetin/g), antioxidant capacity (13.01 µmol TEAC/ g) and hygroscopicity (8.65%). The T2 treatment was the one that allowed obtaining the smallest particle size (800 nm). Finally, it is concluded that the higher the inlet temperature and the lower the airflow, the better the preservation of bioactive compounds so that the materials obtained could be used in functional foods and nutraceuticals in the food and pharmaceutical industry.
**KEYWORDS:** Native potatoes, bioactive compounds, antioxidant capacity, nanoencapsulation.

## 1 I INTRODUCCIÓN

La adopción de inadecuados hábitos alimenticios son la consecuencia de las malas prácticas de alimentación constituida por dietas con bajo contenido de nutrientes, alto consumo de productos procesados y las famosas comidas chatarras (Arias et al., 2018). Estas preferencias crecen debido a los hábitos poco saludables que se adoptó en la alimentación incluyendo el sedentarismo y el estrés esto conlleva al incremento de enfermedades como la diabetes, obesidad, hipertensión y cáncer (Sarmiento, 2006).

Esto ha generado una búsqueda en la relación entre alimentación y salud, con objetivos sanitarios que dirige a los alimentos funcionales a diferentes enfermedades de valor social considerable y económico, de esta forma se busca solucionar los problemas de desnutrición (Cortés et al., 2016). Cuando se habla de un alimento funcional este aporta beneficios adicionales para la salud además de la nutrición básica y el bienestar de la población; el alimento nos permite potenciar capacidades físicas y mentales, así como también un óptimo crecimiento y desarrollo desde la gestación (Sarmiento, 2006). Joshi et al., (2018) menciona que “dentro de los alimentos funcionales se encuentran los antioxidantes que se componen principalmente de los compuestos fenólicos, polifenólicos, antocianinas, carotenoides, fitatos, ciertas vitaminas, ácidos úricos y minerales”. Pero una de las dificultades en el mercado de alimentos es la aceptabilidad sensorial que no es necesario para productos como los nutraceúticos o farmacéuticos.

El Perú contiene una diversidad de productos ricos en vitaminas y compuestos bioactivos que conforman a los alimentos funcionales; esta biodiversidad brinda alimentos

ricos en componentes nutricionales, bioactivos y propiedades importantes para su procesamiento y al consumirlo tienen efectos beneficiosos para la salud (Sequeiros, 2022). Uno de los productos poco investigados en estos componentes son las papas nativas, al respecto Benavides et al., (2020) menciona que "En las papas nativas la coloración de la pulpa y de la cascara a purpura lo relaciona con altos contenidos de antocianinas y flavonoides"; los mismos que son considerados compuestos bioactivos importantes para alimentos funcionales y su conservación es aún un problema, para ello existen diferentes técnicas, como la encapsulación de estos compuestos.

La nanotecnología permite dar una solución a la debilidad de los productores de alimentos funcionales, porque la aplicación de esta tecnología mejora la biodisponibilidad, el sabor, la textura y la consistencia de los alimentos (Shivraj et al., 2020). Además, consiste en la generación y utilización de materiales, mecanismos o sistemas a escala manométrica (Pateiro et al., 2021). Permitiendo así la nanoencapsulación de compuestos bioactivos que se utiliza ampliamente con el fin de proteger los ingredientes alimenticios contra el deterioro y las perdidas volátiles (Fang y Bhandari, 2011). El proceso de encapsulación mencionado por Pateiro et al., (2021) se basa en encerrar un compuesto bioactivo en estado líquido, sólido o gaseoso dentro de una matriz o material inerte, generalmente un polímero.

Una pared cerrada puede preservar la sustancia recubierta, aumentando su estabilidad en el entorno correspondiente (Pateiro et al., 2021). Para ello el secado por aspersión es el más utilizado y más eficaz para la encapsulación de compuestos bioactivos por su simplicidad, rapidez y el precio comercial (Díaz et al., 2022).

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar el efecto de la temperatura y flujo de aire en la nanoencapsulación de compuestos fenólicos extraídos de papa nativa en matrices de maltodextrina y goma arábiga. También se determinó el efecto de la temperatura y flujo de aire en el contenido de flavonoides, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, higroscopicidad y el tamaño de partícula en la nanoencapsulación de compuestos fenólicos extraídos de papa nativa en matrices de maltodextrina y goma arábiga.

## 2 | MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materia prima

El clon de papa nativa (*Solanum tuberosum spp andigena*) con código: 511110.5 fue cosechado en el mes de octubre del 2022 en el distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac en el Perú con coordenadas geográficas 13°38'52" S, 73°18'25" O ubicada entre 3500 a 3525 msnm. Los clones de papa nativa fueron gentilmente proporcionados por la empresa "SEMPAL S.R.L.". Los rendimientos de cultivo fueron en

promedio 20 t/ha, se utilizaron papas seleccionadas en función del peso y tamaño, las que fueron de tercera categoría (tubérculos entre 31-60 g y 71-90 mm) y cuarta categoría (tubérculos menores de 30 g y menores de 70 mm).

## 2.2 Extracción de compuestos fenólicos

Se trituró el clon de papa nativa con código: 511110.5 en un mortero de ágata, luego se llevó a un vaso precipitado con 300 ml de etanol al 80%, manteniéndose en agitación a 1400 rpm por 2 horas, para luego ser sonicado durante 20 minutos con intervalos de 1 minuto. El extracto obtenido se filtró al vacío, para luego eliminar el exceso del solvente en una estufa al vacío a 10 mbar y a un tempera de 30°C. Por último, los extractos se pulverizaron en un secador por aspersión B-290, a una temperatura de entrada de 120°C. Los polvos obtenidos se almacenaron en un desecador hasta su uso.

## 2.3 Nanoencapsulación de compuestos fenólicos

La Figura 1 muestra el diagrama de proceso que se diseñó en la plataforma de BioRender (versión de prueba).

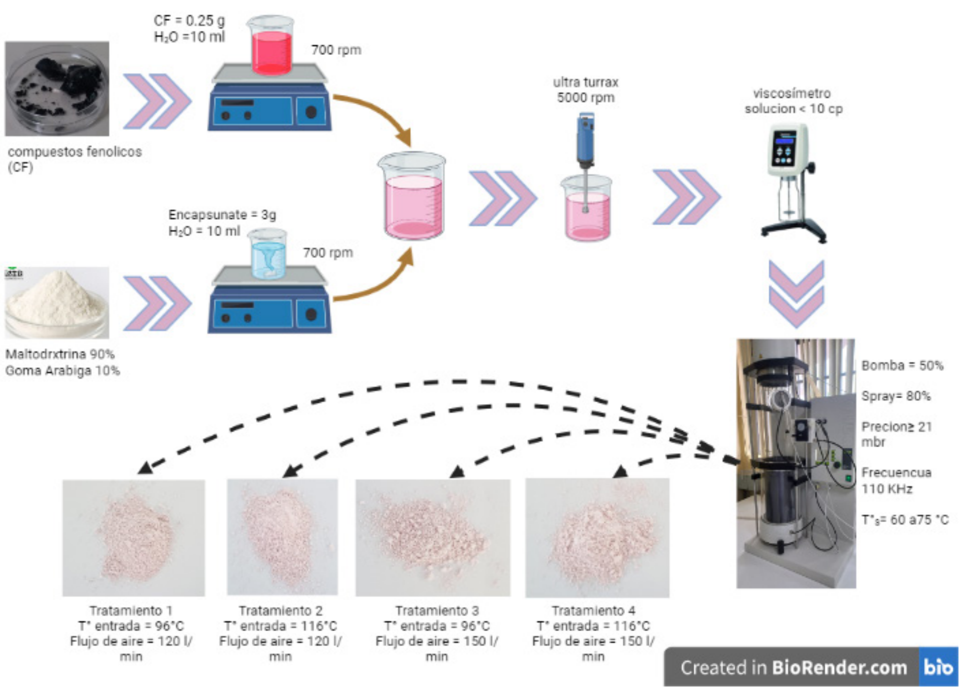



Figura 1. Diagrama del proceso de nanoencapsulación de compuestos fenólicos extraídos de papa nativa.

Se preparó el encapsulante (maltodextrina y goma arábiga) al 30% (p/v) manteniéndose en agitación a 700 rpm por 24h; los compuestos fenólicos de papa nativa se prepararon al 2.5% (p/v), luego se homogenizaron en un ultra turrax a 5000 rpm por 5

minutos; se controló la viscosidad hasta un máximo de, 10 Cp. La encapsulación se realizó en un Nano Spray Dryer B-90 Buchi a temperaturas de entrada de 96 °C y 116 °C y a un flujo de aire de 120 L/min y 150 L/min.

### 2.4 Preparación de extracto metanólico

Se pesó 0.2 gramos de las muestras de nanoencapsulados y se diluyó en 10 ml de metanol al 80%, manteniéndose en agitación a 400 rpm por 15 minutos. En todo momento protegidos de la luz, se almacenaron por 24 horas en oscuridad y a temperatura ambiente. Transcurrido las 24 h, se procedió a centrifugar el homogenizado a 5000 rpm por 10 minutos.

### 2.5 Cuantificación de fenoles totales

A 900 µL del extracto metanólico, se le añadió 2400 µL de agua ultra pura, 150 µL de $Na_2CO_2$ al 20% y 300 µL del reactivo Folin Ciocalteu al 0.25 N, se preparó un blanco empleando agua ultra pura en lugar del extracto metanólico de la muestra; dejándose reaccionar por 10 minutos y a temperatura ambiente. Para la curva de calibración se usó acido gálico. Las lecturas de la absorbancia se realizaron a 755 nm en un espectrofotómetro (GENESYS 150 UV Visible Spectrophotometer).

### 2.6 Cuantificación de flavonoides totales

Se dejó reaccionar durante 10 minutos, 90 µL del extracto metanólico, 1910 µL de metanol al 80%, 100 µL de $AlCl_2$ al 5% y 2900 µL de metanol al 80%. Se utilizó quercetina para la curva de calibración. Las lecturas se realizaron a una longitud de onda de 425nm en un espectrofotómetro (GENESYS 150 UV Visible Spectrophotometer).

### 2.7 Determinación de capacidad antioxidante

Se preparó la solución madre de DPPH disolviendo 24 mg de DPPH en 100ml de metanol. Esta solución se almacenó en un frasco ámbar a 20 °C por un tiempo de 24 horas.

Se dejó temperar la solución madre hasta temperatura ambiente y se preparó la solución diluida de DPPH con una absorbancia de 1.1 $\pm$ 0.02 a una longitud de onda 515 nm. Con una micro pipeta se tomó 150 $\mu$L de extracto de la muestra y se le adiciono 2850 $\mu$L de la solución madre de DPPH diluida en un tubo de ensayo protegido de la luz en este caso el blanco se utilizó metanol al 80% y se dejó reaccionar durante 15 minutos. Se utilizó trolox para la curva de calibración. Las lecturas de absorbancia se realizaron a una longitud de onda de 515 nm en un espectrofotómetro (GENESYS 150 UV Visible Spectrophotometer).

### 2.8 Tamaño de partícula e higroscopicidad

Para el tamaño de partícula se utilizó el equipo Mastersizer 3000. Se tomó aproximadamente 8 mg de muestra y se dispararon en 50 ml de alcohol isopropílico de 99°,

para luego sonicarlos por 30 segundos. Las lecturas se realizaron en un vaso precipitado de 250 ml, de acuerdo a la potencia y la obscuración requerida por el equipo.

Para la higroscopicidad se acondicionaron recipientes herméticos con pequeños trípodes en el interior placas con 0.1 g de muestra. Se colocó dentro de los recipientes herméticos una solución saturada de NaCl al 75% de humedad relativa. Se dejó por 7 días a temperatura ambiente, se registraron los pesos finales de las muestras y el cálculo de la higroscopicidad se realizó de acuerdo a la siguiente relación:

$$I = \left(\frac{m_3 - m_2}{m_2 - m_1}\right) \cdot 100$$

Dónde: I es porcentaje de higroscopicidad (%), m1 es el peso de la placa Petri vacía, m2 es el peso de la placa Petri + muestra y m3 es el peso de la placa Petri + muestra después de siete días.

### 2.9 Análisis estadístico

El diseño estadístico corresponde a una factorial ($2^2$), para evaluar el efecto de la temperatura y flujo de aire en la nanoencapsulación se utilizó un gráfico de efectos, con un nivel de significancia del 5%, el análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI.

## 3 I RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 3.1 Determinación de fenoles totales y flavonoides

Los resultados de compuestos fenólicos presentaron diferentes valores debido al efecto ocasionado por la temperatura de entrada y el flujo de aire en los microencapsulados. Los tratamientos T4 y T2 reportaron resultados considerables de compuestos fenólicos, con valores de entre 4.56 y 4.54 AGE/g muestra, respectivamente. Con referencia a los flavonoides se obtuvieron valores entre 1.20 y 1.18 mg de quercetina/g muestra para T4 y T2, los cuales se muestran en la Tabla 1. Los microencapsulados de extractos fenólicos podrían ser utilizados en diversos alimentos, al respecto Piñón et al., (2020) señala que “Los compuestos fenólicos son importantes porque además de las propiedades antioxidantes, contribuyen al color, sabor, y textura del producto”.

| Muestra | Contenido de fenoles totales (mg AGE/g muestra) | | | Contenido de flavonoides totales (mg quercetina/g muestra) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | *s* | $\bar{x}$ | ± | *s* |
| Clon 511110.5 | 6.72 | ± | 0.04 | 3.00 | ± | 0.18 |
| C1-A (atomizado puro) | 6.08 | ± | 0.11 | 2.58 | ± | 0.04 |
| T1 (96°C y 120 L/min) | 4.35 | ± | 0.03 | 0.94 | ± | 0.03 |
| T2 (116°C y 120 L/min) | 4.54 | ± | 0.05 | 1.18 | ± | 0.10 |
| T3 (96°C y 150 L/min) | 4.36 | ± | 0.14 | 0.93 | ± | 0.05 |
| T4 (116°C y 150 L/min) | 4.56 | ± | 0.08 | 1.20 | ± | 0.08 |

Tabla 1. Contenido de compuestos fenólicos y flavonoides.

Como se puede observar en la Tabla 1 la conservación de los compuestos fenólicos y flavonoides del clon de papa nativa es buena usando como material de pared maltodextrina y goma arábiga, por el contrario Piñón et al., (2020) reportó una baja retención de compuestos fenólicos y contenido de flavonoides del café molido usando al proceso de secado por aspersión y empleando maltodextrina y goma arábiga como materiales de pared. Por otra parte Yinbin et al., (2018) estudio diferentes combinaciones de encapsulantes para extractos de ciruela, obteniendo valores de 69.63 GAE/g del contenido total de fenoles empleando maltodextrina y goma arábiga como material de pared, siendo superior a los nanoencapsulados del clon 511110.5.

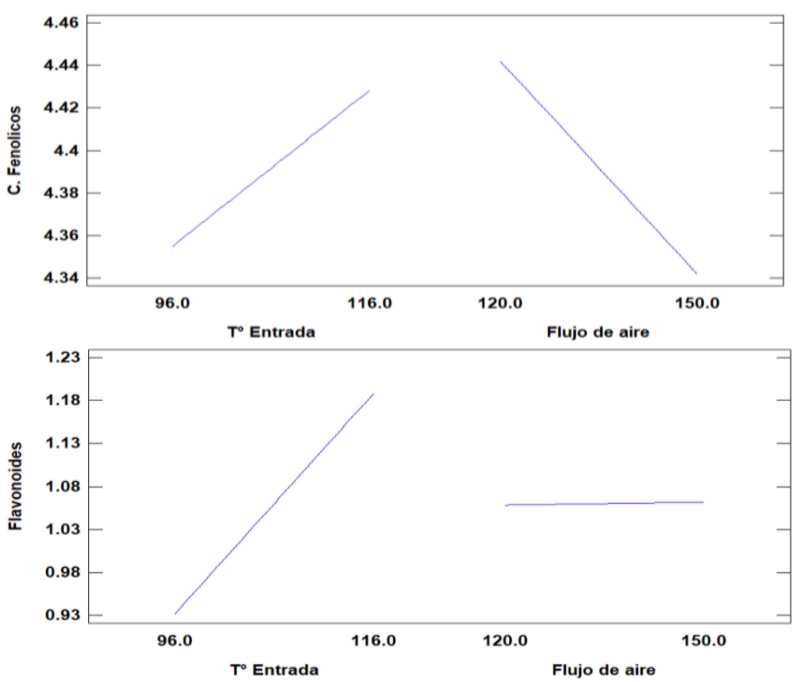



Figura 2. Efecto en los compuestos fenólicos y flavonoides.

En la Figura 2 se observa el efecto de la temperatura en relación a los compuestos fenólicos que indica que a mayor temperatura de entrada mayor es el contenido de compuestos fenólicos. En el caso del flujo de aire el panorama es diferente ya que a menor flujo es mejor el proceso de encapsulación de los compuestos fenólicos. En el caso de los flavonoides se observa que a mayor temperatura de entrada es mayor el contenido, con referencia al flujo de aire no se observaron efectos. Mahdi, (2017) menciona que en un Nano Spray Dryer B-90 la temperatura de salida se encuentra entre 28 y 62°C por lo tanto es mejor en comparación a la tecnología tradicional y/o convencional de secado, esto hace que el secado por nano aspersión sea un proceso muy apropiado para materiales biológicos sensibles al calor, logrando se conservar los compuestos bioactivos.

## 3.2 Determinación de capacidad antioxidante

Con referencia a la capacidad antioxidante el tratamiento T4 y T2, reportaron valores altos de 8.58 y 13.01 µmol TEAC/g muestra, lo cual se puede apreciar en la Tabla 2. Por otro lado, Moscoso (2014) reportó en puré deshidratado de clones de papa el resultado de 4.45 µmol TEAC/ g, valor que es inferior al obtenido por el método de secado por aspersión, debido básicamente a la diferencia de tecnología empleada.

| Muestra | Capacidad antioxidante (µmol TEAC/g muestra) | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | s |
| Clon 511110.5 | 131.57 | ± | 0.60 |
| C1_A | 129.94 | ± | 1.18 |
| T1 | 1.11 | ± | 0.26 |
| T2 | 8.58 | ± | 0.95 |
| T3 | 4.64 | ± | 1.11 |
| T4 | 13.01 | ± | 0.83 |

Tabla 2. Capacidad antioxidante de los encapsulados

Mediante los efectos se deducen que la temperatura de entrada tiene efecto en la capacidad antioxidante (Figura 3), es decir a mayor temperatura de entrada, mayor es la capacidad antioxidante, en el caso del flujo de aire no se observó efecto significativo.

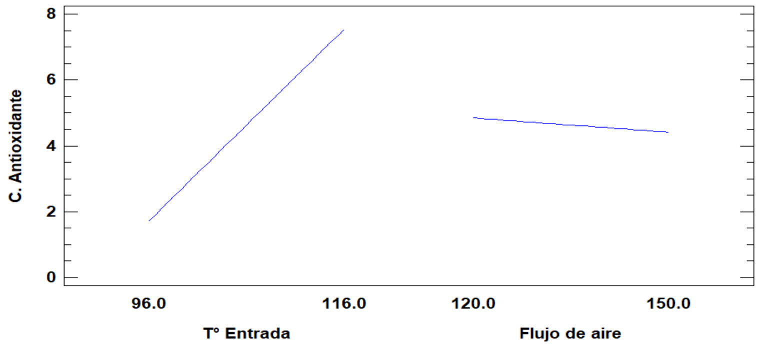



Figura 3 efectos en la capacidad antioxidante.

La importancia de conocer la capacidad antioxidante permite tener diferentes alternativas de uso, debido a su capacidad de reaccionar con radicales libres, por lo que los compuestos bioactivos son ampliamente usados para tratar diferentes enfermedades degenerativas (Ligarda et al., 2016).

## 3.3 Determinación del tamaño de partícula e higroscopicidad

Los datos reportados en el tamaño de partícula muestran que el tratamiento T2 y T1 se encuentran entre 800 y 830 nm como se muestra en la Tabla 3; estas partículas se midieron en un medio de alcohol isopropílico en el que las partículas no son solubles y se muestra el tamaño real. Al respecto Ligarda et al., (2022) reportaron valores de 817.1 y 903.7 nm. Por otro lado, Choque et al., (2022) determinó el tamaño de partícula de muestras de nostoc atomizado en medio acuoso, obteniendo valores entre 11.1 nm y 648.7 nm, siendo estos inferiores al obtenido en el proceso de nanoencapsulación, básicamente debido a que las lecturas del nostoc se realizaron en un medio acuoso.

| Muestra | Tamaño de partícula (nm) | | | Higroscopicidad (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | s | $\bar{x}$ | ± | s |
| T1 | 830 | ± | 0.001 | 10.86 | ± | 0.39 |
| T2 | 800 | ± | 0.001 | 8.65 | ± | 0.65 |
| T3 | 870 | ± | 0.003 | 10.14 | ± | 1.05 |
| T4 | 900 | ± | 0.005 | 8.09 | ± | 0.29 |

Tabla 3. tamaño de partícula e higroscopicidad de los encapsulados.

La encapsulación puede promover una mayor estabilidad de los componentes bioactivos en los alimentos, con una mejor regulación de su liberación en el lugar fisiológico activo, además uno de los principales beneficios de aplicar la nanoencapsulación es la homogeneidad que imparte, lo que resulta en una mejor eficiencia de encapsulación y propiedades físicas y químicas adecuadas (Pateiro et al., 2021).

Se observó que la higroscopicidad de todos los polvos atomizados se incrementó con la humedad (Cai y Corke, 2000)and affected slightly the pigment stability during storage. Adding maltodextrins and starches significantly reduced the hygro- scopicity of the betacyanin extracts and enhanced storage stability. The 25 DE/10 DE mixed powders provided a longer predicted half-life (63.6 wk. Este mismo autor reporta datos de higroscopicidad entre 8.65 y 10.86 %; por su parte Ligarda et al., (2022), reportó valores entre 22.05 y 32.94%, valores que están ligeramente por encima del valor crítico del 20%, que es el valor deseado durante el almacenamiento y manejo de productos deshidratados. En este caso todos los tratamientos de este estudio cuentan con buenos valores de higroscopicidad, para su almacenamiento.

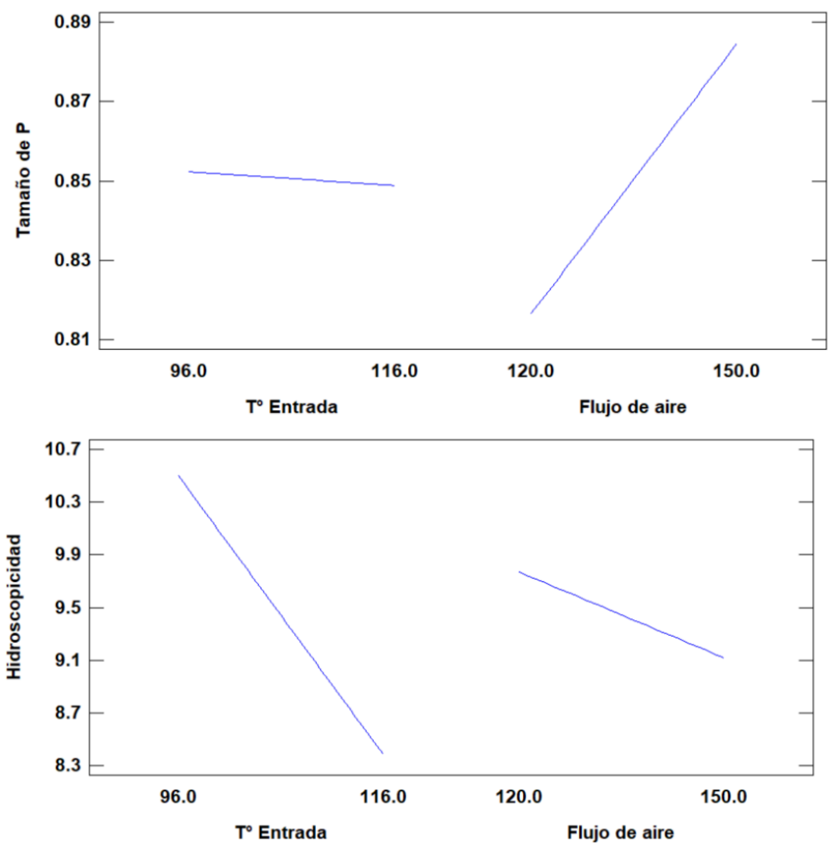



Figura 4 efectos en el tamaño de partícula e higroscopicidad.

Como se muestra en la Figura 4 el tamaño de partícula es mejor a menor flujo de aire ya que llega a escalas más pequeñas, sin embargo, la temperatura de entrada no tiene efecto significativo, para un nivel de confianza del 95%. La higroscopicidad mejora a mayor temperatura de entrada, obteniéndose porcentajes menores, lo que favorece la conservación de los nanoencapsulados.

## 4 I CONCLUSIONES

En este estudio se evaluó el efecto de la temperatura de entrada y del flujo de aire, observándose que, a mayor temperatura de entrada, los compuestos bioactivos se conservan por la formación casi inmediata de una costra de protección durante el secado por aspersión. En el caso del flujo de aire no se observó influencia significativa sobre el contenido de los compuestos bioactivos. Finalmente, se recomienda realizar estudios de la liberación in vitro del nanoencapsulado en productos alimentarios.

## 5 I AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional José María Arguedas y a la Vicepresidencia de Investigación, en especial al Laboratorio de Investigación en Nanotecnología de Alimentos (LINA).

## REFERENCIAS

Arias, D., Montaño, L., Velasco, M., & Martínez, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindústria TT - Functional foods: advances of application in agroindustry. Tecnura, 22(57), 55–68. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2018000300055&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v22n57/0123-921X-tecn-22-57-55.pdf

Benavides, R., Revelo, Y. A., Arago, O., & Osorio, O. (2020). Extracción asistida con ultrasonido de compuestos fenólicos de dos variedades de papas ( Solanum phureja ) nativas andinas y evaluación de su actividad antioxidante Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from two varieties of an Andean nativ. Información Tecnológica, 31(5), 43–50.

Cai, Y. Z., & Corke, H. (2000). Production and Properties of Spray-dried. Journal of Food Science, 65(6), 1248–1252.

Choque, D., Mojo, A., Ligarda, C. A., Calla, M., Ramos, B. S., Zamalloa, L. M., Peralta, D. E., Solano, A. M., Choque, Y., Zamalloa, A., Palomino, Y. G., Medina, L. D., & Kari, A. (2022). Preliminary Characterization of a Spray-Dried Hydrocolloid from a High Andean Algae (Nostoc sphaericum). Agroindustrial Engineering, Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas 03701, Peru, 11(11), 1–15. https://doi.org/10.3390/foods11111640

Cortés, A. D. J., León, J. R., Jiménez, F. J., Díaz, M., & Villanueva, A. (2016). Alimentos funcionales, alfalfa y fitoestrógenos. Revista Mutis, 6(1), 28. https://doi.org/10.21789/22561498.1110

Díaz, E., Martínez, J. A., Cerón, G. I., & Vargas, E. A. (2022). Transferencia de calor en el contenedor de alimentación de un secador por aspersión. Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI, 10(19), 84–93. https://doi.org/10.29057/icbi.v10i19.8896

Fang, Z., & Bhandari, B. (2011). Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. Food Chemistry, 129(3), 1139–1147. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.093

Joshi, D., Roy, S., & Banerjee, S. (2018). Prebiotics: A Functional Food in Health and Disease. In Natural Products and Drug Discovery: an Integrated Approach. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102081-4.00019-8

Ligarda, C. A., Moscoso,  moscoso E., Choque, D., Palomino, H., Martrtines, E. L., Huaman, M., Peralta, D. E., Aroni, J., Arevalo, J., Palomino, W., De la Cruz, G., Ramos, B., Muñoz, J., & Muñoz, M. (2022). Microencapsulation of Erythrocytes Extracted from Potato Starch. Food Nanotechnology Research Laboratory, Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas 03701, Peru;

Ligarda, S. C. A., Choque, Q. D., Palomino, R. H., Ramos, P. B. S., & Moscoso, M. E. M. (2016). Compuestos bioactivos y capacidad antioxiante en frutos silvestres altoandinos. https://doi.org/https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113082

Mahdi, S. (2017). Nanoencapsulation of food bioactive ingredients (Mariana Ku). https://doi.org/https://www.elsevier.com/books-and-journals

Moscoso, E. (2014). determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de cinco clones de papa nativa (solanum tuberosum) y del puré deshidratado. Universidad Nacional José María Arguedas. escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Pateiro, M., Gómez, B., Munekata, P. E. S., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., & Lorenzo, J. M. (2021). Nanoencapsulation of promising bioactive compounds to improve their absorption, stability, functionality and the appearance of the final food products. Molecules, 26(6). https://doi.org/10.3390/molecules26061547

Piñón, B. C. I., Leyva, P. C., Terán, F. Y., Espinosa, S. V., Álvarez, S. C., & Saavedra, L. M. Z. (2020). Encapsulation of active ingredients in food industry by spray-drying and nano spray-drying technologies. Processes, 8(8). https://doi.org/10.3390/PR8080889

Sarmiento, R. (2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación Functional foods, a new feeding alternative. Revista Orinoquia - Universidad de Los Llanos., 10, 16–23. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89610103%5CnCómo

Sequeiros, F. (2022). Potencial de nutrientes, bioactividad y funcionalidad de Quinua (Chenopodium quinoa W.), Maíz (Zea mays) y Tarwi (Lupinus mutabilis S.) de la región Apurímac. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 8.5.2017, 2003–2005.

Shivraj, N., Baskar, V., Selvaraj, D., Nile, A., Xiao, J., & Kai, G. (2020). Nanotechnologies in Food Science: Applications, Recent Trends, and Future Perspectives. In Nano-Micro Letters (Vol. 12, Issue 1). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/s40820-020-0383-9

Yinbin, L., Wu, L., Weng, M., Tang, B., Lai, P., & Chen, J. (2018). Effect of different encapsulating agent combinations on physicochemical properties and stability of microcapsules loaded with phenolics of plum (Prunus salicina lindl.). Powder Technology, 340, 459–464. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.09.049

# EVALUACIÓN DE LA MICROENCAPSULACIÓN DE COLÁGENO PORCINO HIDROLIZADO EN MATRICES DE MALTODEXTRINA Y GOMA DE TARA

*Data de submissão: 09/06/2023* *Data de aceite: 01/08/2023*

**Thamirys Gabriela Ccana Buleje**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0009-0007-5748-2150

**Carlos A. Ligarda-Samanez**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0001-7519-8355

**David Juan Ramos Huallpartupa**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0001-9223-2375

**Elibet Moscoso-Moscoso**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-0546-4504

**David Choque-Quispe**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0003-4002-7526

**Fredy Taipe-Pardo**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-8234-7643

**Henry Palomino-Rincón**
Universidad Nacional José María Arguedas
Andahuaylas-Perú
https://orcid.org/0000-0002-4174-9961

**RESUMEN:** La microencapsulación por secado por aspersión es uno de los métodos más utilizados para proteger compuestos bioactivos en el mundo, además permite enmascarar sabores indeseables en diversos productos alimentarios. El objetivo de la investigación fue evaluar la microencapsulación de colágeno porcino hidrolizado en matrices de maltodextrina y goma de tara, para lo cual se extrajo enzimáticamente con pancreatina el colágeno hidrolizado a partir de extremidades de porcino, que luego se microencapsularon por secado por aspersión en el equipo Mini Spray Dryer B-290 variando la temperatura de entrada (140 y 160 °C) y el porcentaje

de núcleo (5 y 10 %) con un diseño factorial $2^2$, se cuantificaron también variables dependientes como el contenido de proteínas, humedad, actividad de agua, densidad aparente, higroscopicidad, tamaño de partícula y microfotografías SEM. El contenido de proteína en los microencapsulados varió entre 17.82 y 29.36 %, la humedad entre 1.58 y 4.71 %, la actividad de agua entre 0.45 y 0.46, la higroscopicidad entre 24.7 y 38.01 y el tamaño de partícula entre 4.85 y 6.52 $\mu$m. Las microfotografías estructurales mostraron micropartículas esféricas con hendiduras de superficie lisa. Finalmente, se concluye que el microencapsulado a una temperatura de entrada de 160 °C y 10 % de núcleo obtuvo los mejores resultados y podría ser utilizado en la formulación de alimentos funcionales y nutraceúticos.
**PALABRAS CLAVE:** Colágeno porcino hidrolizado, proteínas, microencapsulación, hidrolisis enzimática.

**ABSTRACT:** Microencapsulation by spray drying is one of the most widely used methods to protect bioactive compounds worldwide, in addition to masking undesirable flavors in various food products. The objective of the research was to evaluate the microencapsulation of hydrolyzed porcine collagen in maltodextrin. Tara gum matrices, for which the hydrolyzed collagen was extracted enzymatically with pancreatin from porcine limbs, were then microencapsulated by spray drying in the Mini Spray Dryer B-290 equipment, varying the inlet temperature (140 and 160 °C). The core percentage (5 and 10 %) with a factorial design $2^2$, dependent variables such as protein content, moisture, water activity, bulk density, hygroscopicity, particle size, and SEM microphotographs were also quantified. The protein content in the microencapsulates varied between 17.82 and 29.36 %, moisture between 1.58 and 4.71 %, water activity between 0.45 and 0.46, hygroscopicity between 24.7 and 38.01, and particle size between 4.85 and 6.52 $\mu$m. Structural microphotographs showed spherical microparticles with smooth surface indentations. Finally, it is concluded that microencapsulation at an inlet temperature of 160 °C and 10 % nucleus obtained the best results and could be used to formulate functional foods and nutraceuticals.
**KEYWORDS:** Hydrolyzed porcine collagen, proteins, microencapsulation, enzymatic hydrolysis.

## 1 | INTRODUCCIÓN

El colágeno de porcino ofrece baja inmunogenicidad, buena biocompatibilidad y biodegradabilidad, también interactúa específicamente con otras biomoléculas debido a que contiene secuencias específicas que miden la regulación de la morfología, adhesión, migración y diferenciación de células, es una proteína estructural que tiene muchos beneficios para la salud especialmente en su forma hidrolizada (Adragna y Jurczysyn, 2018).

El colágeno nativo se caracteriza por su difícil digestión, es por esta razón que para que se pueda mejorar su consumo se procesa en péptidos hidrolizados de colágeno para su mayor biodisponibilidad. Este proceso, conocido como hidrólisis, implica la descomposición de los enlaces moleculares entre los filamentos de colágeno individuales en pequeños

péptidos que pueden ser digeridos y absorbidos por el organismo. Entonces, estos péptidos se pueden utilizar en una amplia gama de suplementos muy beneficiosos, que pueden contribuir positivamente a la salud de huesos y articulaciones, frenar el envejecimiento, acelerar la recuperación tras el ejercicio y mejorar el aspecto de la piel (PEPTAN, 2020).

El cerdo es un animal monogástrico, la composición de sus nutrientes está influenciada básicamente por la alimentación variada que recibe (INTERPORC, 2014), además actualmente se conoce que los derivados provenientes de este animal contribuyen con diferentes nutrientes esenciales en la dieta de las personas en todo el mundo, existiendo cada vez más una tendencia a consumir alimentos saludables (Garrido et al., 2006).

La microencapsulación es un proceso mediante el cual se aplica un recubrimiento, revestimiento o material de pared para proteger ingredientes sensibles, evitar pérdida de ingredientes volátiles y permitir la liberación controlada del material del núcleo (Eraso & Aníbal, 2014). En el campo de alimentos, se hace referencia a la microencapsulación como una técnica mediante la cual gotas de un líquido, partículas sólidas o compuestos gaseosos se atrapan en películas delgadas de un agente encapsulante de calidad alimentaria, mediante la cual se proporciona una barrera física entre el compuesto de núcleo y los componentes del producto (Gharsallaoui et al., 2007).

## 2 | MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Extracción de colágeno hidrolizado de porcino y microencapsulación

Se seleccionaron los residuos de porcino (patas) libres de enfermedades de acuerdo con el muestreo intencional desarrollado. Luego se pesaron y lavaron con agua potable con el fin de eliminar restos de huesos, grasa y cualquier otra materia extraña que pudiera tener un efecto adverso en el producto final.

Para la extracción del colágeno se colocaron los residuos del porcino en una olla a presión hasta mantener la ebullición por alrededor de hora y media. Posteriormente se filtró el agua caliente con la ayuda de un colador y una gaza, luego se dejó enfriar el filtrado para lograr la gelatinización y poder extraer la grasa que se formó en la parte superior. Una vez obtenido el colágeno se dividió en vasos de precipitados de 1L para realizar el hidrolizado y posterior secado en una estufa a 60 °C.

Para la hidrolisis proteica se empleó la técnica descrita por Benítez et al., (2008), regulando el pH con NaOH 1N para que la enzima pancreatina, una vez alcanzadas las condiciones adecuadas de pH y temperatura se adicionó la pancreatina dejándose reaccionar por el lapso de 1 hora en agitación constante. Las condiciones para la obtención del colágeno hidrolizado fueron a una temperatura de 37 °C y 24 horas en un baño maría termo controlado.

Para la microencapsulación se tomaron 2 g de encapsulantes (mezcla de 95 % de maltodextrina y 5 % de goma de tara) que se diluyeron en 10 mL de agua ultrapura, la cual se dejó en agitación por 24 horas. Por otro lado, se prepararon soluciones al 10 y 20 % de colágeno porcino hidrolizado en 10 mL de agua ultrapura para cada uno de los tratamientos desarrollados. Finalmente, se mezclaron ambas soluciones para obtener concentraciones de 5 y 10 % de núcleo que luego se atomizaron en el Mini Spray Dryer B-290. Los tratamientos fueron T1 (140 °C y 5 % de núcleo), T2 (160 °C y 5 % de núcleo), T3 (140 °C y 10 % de núcleo) y T4 (160 °C y 10 % de núcleo).

## 2.2 Cuantificación de Proteínas

Se utilizó el método micro-Kjeldahl para lo cual se pesó aproximadamente 0.5 g de muestra en un tubo de 50 mL, en el mismo tubo se añadió 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado, esto se llevó a una plancha de arena hasta solución incolora, se dejó enfriar y se destiló con hidróxido de sodio al 40 % en un volumen de aproximadamente de 15 mL, el destilado se recibió en un matraz de 100 mL conteniendo 5 mL de indicador para proteínas (ácido bórico, rojo de metileno y verde de bromo cresol), hasta un cambio de color rojo a verde, lo cual nos indicó que finalizó el proceso de destilación. Por último, se valoró con una solución de ácido clorhídrico de concentración 1N, hasta un cambio de color rojo. Se calculó el contenido de nitrógeno y se multiplicó por el factor 6.25 para expresar el porcentaje de proteína.

## 2.3 Humedad

Se determinó el contenido de humedad por el método descrito por García y Fernández, (2012), por la diferencia de peso de la muestra inicial y la muestra final, secadas en la estufa de convección forzada Binder a 105 °C.

$$\%H_{bs} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100 \quad (1)$$

$\%H_{bs}$ = Porcentaje de humedad en base húmeda.

$m_1$ = masa inicial.

$m_2$ = masa final.

## 2.4 Actividad de agua ($A_w$)

Se determino la actividad de agua empleando el determinador de actividad de agua de marca Rotronic, modelo HygroPalm23-AW (Bassersdorf, Suiza).

## 2.5 Densidad aparente

La densidad aparente se determinó colocando una cantidad conocida de encapsulante en una probeta graduada de 10 mL, luego se golpeó suavemente contra una superficie plana, para poder registrar la masa en gramos y el volumen.

## 2.6 Higroscopicidad

La higroscopicidad del microencapsulado se determinó mediante el protocolo de Saikia et al., (2015), para lo cual se pesó 0.2 g de muestra del microencapsulado secado por aspersión y se colocó en un desecador con solución salina saturada de cloruro de sodio (humedad relativa del 75.09%) durante 7 días manteniendo una temperatura de 30 °C. Finalizado el tiempo, se pesó las muestras restantes y se determinó la higroscopicidad expresada en porcentaje según la fórmula

$$H(\%) = \frac{Peso\ saturado - peso\ seco(g)}{peso\ seco} * 100 \quad (2)$$

## 2.7 Tamaño de partícula

El tamaño de partícula se determinó por difracción de la luz de un láser de helio-neón (He-Ne) de 600 nm en un Mastersizer 3000 (Malvern Instruments, Worcestershire, Reino Unido). Los microencapsulados en una cantidad suficiente se dispersaron en isopropanol y se sonicaron durante 60 s hasta que se alcanzó el oscurecimiento óptimo en el equipo. Los resultados se obtuvieron a partir del promedio de diez mediciones por muestra.

## 2.8 Análisis por microscopio electrónico de barrido (SEM)

La microestructura se analizó mediante un microscopio electrónico de barrido Prisma E (Thermo Fisher, Massachusetts, USA), a un voltaje de aceleración de 30 kV y una magnificación de $1000^x$ y $2000^x$. Se usaron cintas de carbonó en las que se colocaron las muestras de los microencapsulados para realizar las lecturas.

# 3 I RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 3.1 Caracterización del colágeno porcino hidrolizado

### *3.1.1 Proteína*

En la Tabla 1 se observa un elevado contenido de proteínas en el colágeno hidrolizado porcino (52.03 %), valor que fue cercano al reportado por Garrido et al., (2006) en su investigación sobre colágeno de piel de cerdo obtenido controlando el pH y concentración de cloruro de sodio, los mencionados autores informaron un contenido de proteína de 57.9 %. Se conoce que las proteínas tienen la capacidad de ser anfóteras y por lo tanto toman el pH de la solución en la cual se encuentran. El resultado menor reportado en la presente investigación sería atribuido a la etapa de hidrolisis enzimática y debido al pH controlado que se utilizó. Al respecto Bailey y Light (1989), indican que la hidratación del colágeno es baja a pH entre 6 y 8, y se incrementa en valores extremos.

| Colágeno porcino hidrolizado | Proteínas (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | *s* | *CV (%)* |
| | 52.03 | ± | 0.65 | 0.01 |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, s es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación.

Tabla 1. Contenido de proteína en el colágeno porcino hidrolizado.

## 3.2 Influencia de la temperatura de entrada y porcentaje de núcleo en las propiedades estudiadas

### *3.2.1 Proteína*

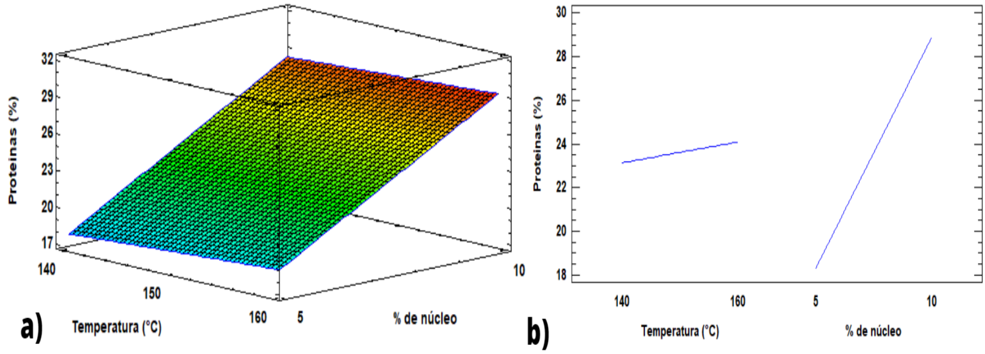
En la Tabla 2 se muestra el contenido de proteínas en los cuatro tratamientos, los cuales estuvieron entre 17.82 y 29.36 %, el tratamiento con mayor porcentaje de proteína fue el T4CHP, el cual contenía 10 % de núcleo y que fue atomizado a una temperatura de entrada de 160 °C. Los resultados de proteína del presente estudio fueron similares a lo reportado por Palamutoğlu y Sariçoban (2016), quienes realizaron la microencapsulación de colágeno hidrolizado de escamas de pescado en maltodextrina, los mencionados autores informaron contenidos de proteína entre 18.42 y 22.56 %. Además, informaron que los resultados de proteínas en los hidrolizados de colágeno dependían de la dosis de cada tratamiento. Similar porcentaje de proteína reportó García et al., (2004) en su trabajo de investigación sobre microencapsulación de jugo de cebada verde secado por aspersión en el cual informó un contenido de proteína de 19.72 %.

| Tratamientos | Proteína (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | *s* | *CV (%)* |
| T1 | 17.82 | ± | 0.18 | 1.01 |
| T2 | 18.82 | ± | 0.01 | 0.05 |
| T3 | 28.45 | ± | 0.06 | 0.21 |
| T4 | 29.36 | ± | 0.13 | 0.44 |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, s es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación.

Tabla 2. Contenido de proteínas en los microencapsulados.

En la Figura 1.a, se observa la superficie de respuesta para el contenido de proteína entre 15 y 30 %, observándose los valores más altos en el tratamiento T4 (160 °C y 10 % de núcleo). En la Figura 1.b, se observa el efecto de las variables independientes observándose que a mayor temperatura y porcentaje de núcleo mayor fue el contenido de proteína.




Donde: a) superficie de respuesta y b) efecto en el contenido de proteínas.

Figura 1. Superficie de respuesta y efecto en el contenido de proteínas.

### *3.2.2 Humedad*

En la Tabla 3, se muestra el porcentaje de humedad en los cuatro tratamientos los cuales estuvieron entre 1.58 y 4.71 %, siendo el tratamiento T4 el que menor contenido de humedad obtuvo. Los resultados de humedad fueron similares a lo reportado por Rocha et al., (2009), en su investigación sobre microcápsulas de hidrolizado de caseína mediante secado por aspersión utilizando maltodextrina como material de pared, los valores reportados por los mencionados autores estuvieron entre 3.27 y 3.6 %.

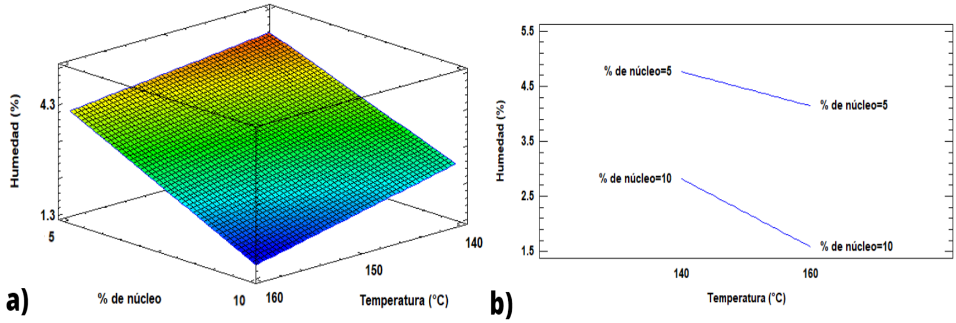
Palamutoğlu y Sariçoban (2019), en su investigación sobre microencapsulados de colágeno hidrolizado de escamas de pescado con maltodextrina, reportaron valores de humedad de entre 6.19 y 6.35 %, los cuales fueron mayores a los reportados en el presente estudio, la diferencia podría ser atribuida a la utilización de una mezcla maltodextrina-goma te tara.

| **Tratamientos** | **Humedad (%)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | **±** | *s* | *CV (%)* |
| T1 | 4.71 | ± | 0.06 | 1.27% |
| T2 | 4.14 | ± | 0.07 | 1.69% |
| T3 | 2.81 | ± | 0.15 | 5.34% |
| T4 | 1.58 | ± | 0.1 | 6.33% |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, *s* es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación.

Tabla 3. Contenido de humedad.

En la Figura 2.a se observa la superficie de respuesta de la humedad que varió entre 1.3 y 5.3 %. En la Figura 2.b se observa que a mayor temperatura y mayor porcentaje de núcleo el contenido de humedad fue menor, por el contrario, a menor temperatura y menor porcentaje de núcleo la humedad se incrementó.




Donde: a) superficie de respuesta y b) Interacción para el contenido de humedad.

Figura 2. Superficie de respuesta e interacción para la humedad.

### *3.2.3 Actividad de agua (Aw)*

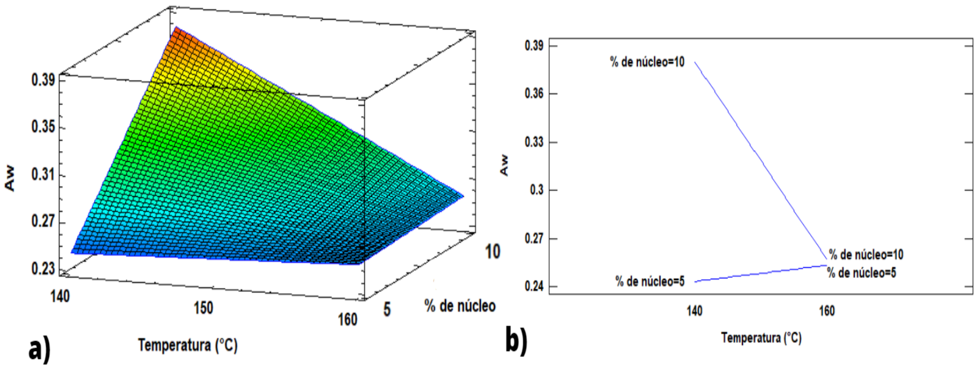
En la Tabla 4 se muestran los resultados de Aw entre 0.243 y 0.379, siendo el tratamiento T2 el que presentó menor Aw. Palamutoğlu y Sariçoban, (2016) reportaron resultados mayores de Aw entre 0.920 y 0.927 para microcápsulas de colágeno hidrolizado de escamas de pescado en maltodextrina. Por otro lado Ligarda et al., (2022), en su investigación sobre microencapsulación de eritrocitos reportó valores de Aw entre 0.35 y 0.40, los mencionados valores son típicos a los procesos de secado por aspersión.

| Tratamientos | Aw | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | *s* | *CV (%)* |
| T1 | 0.254 | ± | 0.002 | 0.79% |
| T2 | 0.243 | ± | 0.01 | 4.12% |
| T3 | 0.379 | ± | 0.01 | 2.64% |
| T4 | 0.257 | ± | 0.005 | 1.95% |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, s es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación

Tabla 4. Actividad de agua.

En la Figura 3.a se muestra la superficie de respuesta para la Aw entre 0.23 y 0.39, observándose que el tratamiento T3 fue el que reportó un valor mayor debido a un contenido mayor de proteína y menor temperatura de entrada. En la Figura 3.b se observa que a menor temperatura y menor porcentaje de núcleo la Aw fue menor, por el contrario, a mayor temperatura y mayor porcentaje de núcleo la actividad de agua se incrementó.




Donde: a) superficie de respuesta y b) efecto sobre la actividad de agua.

Figura 3. Superficie de respuesta y efecto para la actividad de agua

### *3.2.4 Densidad aparente*

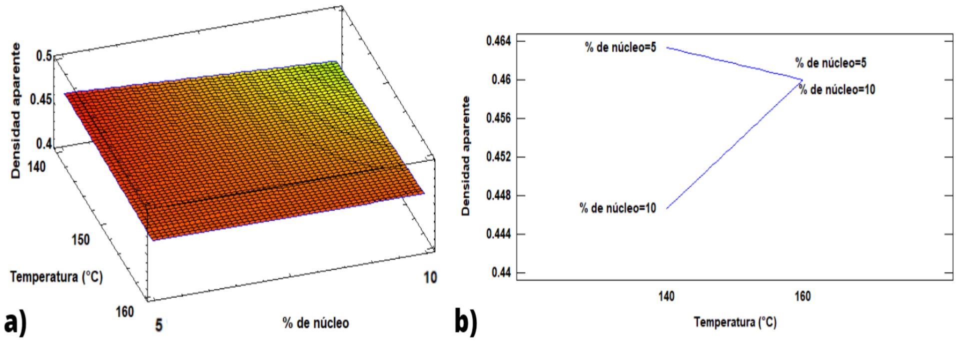
En la Tabla 5 se muestra los valores de densidad aparente entre 0.45 y 0.46, la variación mínima sería atribuible al hecho de que se trabajó con una cantidad constante de encapsulante, ya que se conoce que la proporción de este tiene un efecto en la densidad aparente.

| **Tratamientos** | **Densidad aparente** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | **±** | *s* | *CV (%)* |
| T1 | 0.46 | ± | 0.02 | 4.35% |
| T2 | 0.46 | ± | 0.03 | 6.52% |
| T3 | 0.45 | ± | 0.04 | 8.89% |
| T4 | 0.46 | ± | 0.03 | 6.52% |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, s es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación.

Tabla 5. Resultado de densidad aparente.

En la Figura 4.a se muestra la superficie de respuesta para la densidad aparente, en ella se observa que no existe una diferencia notoria entre los tratamientos. Sin embargo, en la Figura 4.b se observa que a mayor temperatura y mayor porcentaje de núcleo la densidad aparente se incrementa parcialmente.




Donde: a) superficie de respuesta y b) interacción para la densidad aparente.

Figura 4. Superficie de respuesta e interacción para Densidad aparente.

### *3.2.5 Higroscopicidad*

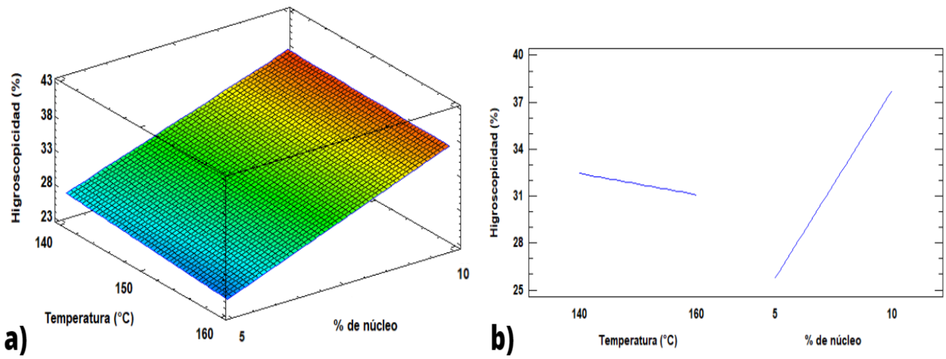
En la Tabla 6 se muestran los resultados para la higroscopicidad entre 24.7 y 38.1 %. Al respecto Palamutoğlu y Sariçoban (2019), en su investigación sobre microencapsulados de colágeno reportaron valores inferiores entre 9.86 a 10.73 %. Por otro lado, Ligarda et al., (2022) reportaron valores similares de entre 22.05 a 32.94 % en microencapsulados de eritrocitos.

| **Tratamiento** | **Higroscopicidad (%)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | **±** | *s* | *CV (%)* |
| T1 | 26.8 | ± | 2.2 | 8.21% |
| T2 | 24.7 | ± | 1.9 | 7.69% |
| T3 | 38.1 | ± | 0.3 | 0.79% |
| T4 | 37.5 | ± | 1.4 | 3.73% |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, s es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación.

Tabla 6. Resultados de la higroscopicidad.

En la Figura 5.a se observa la superficie de respuesta para la higroscopicidad entre 23 y 44 %, siendo el tratamiento más higroscópico el tratamiento T3, así mismo se muestra el Figura 5.b que a mayor temperatura y porcentaje de núcleo mayor fue la higroscopicidad.




Donde: a) superficie de respuesta y b) efecto en la higroscopicidad.

Figura 5. Superficie de respuesta y efecto en la higroscopicidad.

### *3.2.6 Tamaño de partícula*

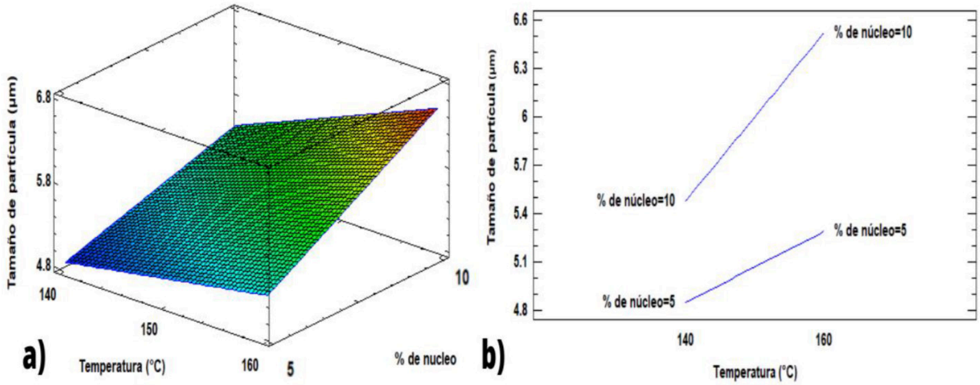
En la Tabla 7 se muestra los resultados del tamaño de partícula entre 4.85 y 6.52 $\mu$m. Fabela et al., (2016), en su estudio de microencapsulación de oleorresina de cúrcuma a partir de una emulsión de aceite en agua mediante secado por aspersión, reportó valores de tamaño de partícula entre 2.5 a 22 $\mu$m, rango típico en este proceso de secado. Por lo que los valores reportados en el presente estudio están dentro del rango del equipo Mini Spray Dryer que se utilizó.

| **Tratamiento** | **Tamaño de partícula ($\mu$m)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | ± | *s* | *CV (%)* |
| T1 | 4.85 | ± | 0.03 | 0.62% |
| T2 | 5.29 | ± | 0.02 | 0.38% |
| T3 | 5.48 | ± | 0.03 | 0.55% |
| T4 | 6.52 | ± | 0.04 | 0.61% |

Dónde: $\bar{x}$ es el promedio muestral, s es la desviación estándar muestral y CV el coeficiente de variación.

Tabla 7. Resultados de tamaño de partícula.

En la Figura 6.a se muestra la superficie de respuesta para el tamaño de partícula entre 4.8 y 6.6 $\mu$m, siendo el tratamiento T4 el que obtuvo el mayor tamaño de partícula, lo cual sería atribuido a la temperatura de entrada y la proporción mayor de encapsulante utilizado, que influyó en la viscosidad de la solución que se encapsuló y que tuvo un efecto en el tamaño mayor de la partícula. En la Figura 6.b se observa que a mayor temperatura y mayor porcentaje de núcleo es mayor el tamaño de la partícula.




Donde: a) superficie de respuesta y b) interacción para el tamaño de partícula.

Figura 6. Superficie de respuesta e interacción para el tamaño de partícula

### 3.2.7 Análisis SEM

Las microfotografías de las microcápsulas de colágeno porcino hidrolizado se muestran en la Figura 7. Se observaron micropartículas esféricas con hendiduras de superficie lisa, además las partículas más pequeñas se aglomeraron entorno a las de mayor tamaño, por toros lado debido a la utilización de goma de tara se observaron zonas amorfas, los resultados fueron similares a lo mencionado por Palamutoğlu & Sariçoban, (2019).

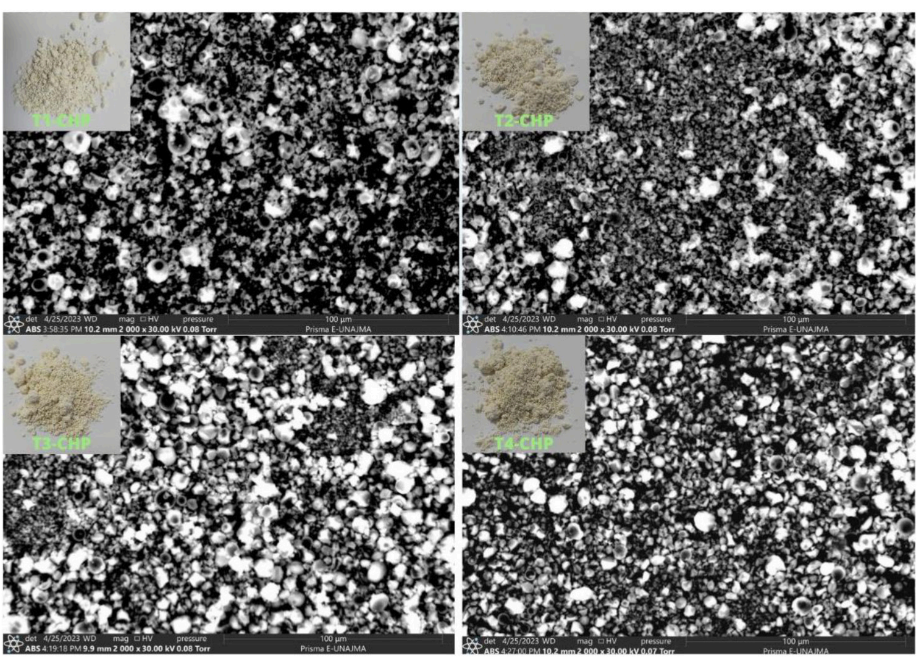



Figura 7. Microfotografías estructurales del micro encapsulado de colágeno hidrolizado de porcino.

## 4 I CONCLUSIONES

Se logro evaluar la influencia de la temperatura de entrada y el porcentaje de núcleo en la microencapsulación de colágeno porcino hidrolizado en matrices de maltodextrina y goma tara.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional José María Arguedas y a su Vice Presidencia de Investigación, además agradecer al Laboratorio de investigación en Nanotecnología de Alimentos.

## REFERENCIAS

Adragna, C., & Jurczysyn, S. (2018). "Impresión 3D y caracterización de andamios de colágeno extraido de piel porcina para uso biomedico"

Bailey, A. J., & Light, N. D. (1989). Connective tissue in meat and meat products. Elsevier applied science.

Benítez, R., Ibarz, A., Pagan, J., Bioquímica, A., & Latinoamericana, C. (2008). Química Biológica Actualización Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones Protein hydrolysates: processes and applications Palabras clave: hidrólisis enzimática * proteínas * proteasas * caracteriza-ción * grado de hidrólisis: enzymatic hydrolysis * proteins * proteases * characterization * degree of hydrolysis. Acta Bioquím Clín Latinoam, 42(2), 227–263.

Garrido, P. D. I. A. E., Dirección, C., En, : M, Sergio, C., & Simental, S. (2006). "Efecto de las Proteínas de la Piel de Cerdo Sobre la Textura de Salchichas."

García Martínez, E. M., & Fernández Segovia, I. (2012). Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación.

Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. Food Research International, 40(9), 1107–1121.

PEPTAN. (2020). Péptidos de colágeno, Descubra el poder del colágeno de origen porcino.

INTERPORC. (2014). Revista científica la carne de cerdo de capa blanca publicación dirigida a profesionales de la salud.

Eraso, M. O., & Aníbal, H. (2014). Use of starches and milk proteins in microencapsulation. International Journal of Vegetable Science, 20(4), 289–304.

Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L. (2015). Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. Food Chemistry, 171, 144–152. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.064

Ligarda, S. C. A., Moscoso, M. E., Choque, Q. D., Palomino-Rincón, H., Martínez-Huamán, E. L., Huamán-Carrión, M. L., Peralta-Guevara, D. E., Aroni-Huamán, J., Arévalo-Quijano, J. C., Palomino-Rincón, W., Cruz, G. D. la, Ramos-Pacheco, B. S., Muñoz-Saenz, J. C., & Muñoz-Melgarejo, M. (2022). Microencapsulation of Erythrocytes Extracted from Cavia porcellus Blood in Matrices of Tara Gum and Native Potato Starch. Foods, 11(14). https://doi.org/10.3390/foods11142107

Palamutoğlu, R., & Sariçoban, C. (2016). The effect of the addition of encapsulated collagen hydrolysate on some quality characteristics of sucuk. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 36(6), 807–818. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.6.807

Palamutoğlu, R., & Sariçoban, C. (2019). Physico-chemical investigation and antioxidant activity of encapsulated fish collagen hydrolyzates with maltodextrin. Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI: Food Technology, 43(1), 94–105. https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2019.1.07

# JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry): CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS, NUTRICIONAIS E BIOATIVAS – UMA REVISÃO

*Data de submissão: 04/07/2023* *Data de aceite: 01/08/2023*

**Pedro César Andrade do Nascimento**
Universidade Federal de Pernambuco, Pós-Graduação em Nutrição
Recife – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3343-852X

**Neila Mello dos Santos Cortez Barbosa**
Universidade Federal de Mato Grosso
Barra do Garças – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/1731659230186123

**Patricia Moreira Azoubel**
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Química
Recife – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-9890-5294

**Margarida Angélica da Silva Vasconcelos**
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Nutrição
Recife – Pernambuco
http://lattes.cnpq.br/2592810874850058

**RESUMO:** No Brasil, existe uma grande diversidade de espécies frutíferas exóticas que ainda são pouco exploradas. Entre estas espécies, destaca-se o jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry). Originária da Ásia, essa fruta se adaptou ao clima tropical e aos solos férteis do nosso país, especialmente na região Nordeste. O jambo-vermelho é um fruto comestível, carnoso, que pode atingir cerca de 10 cm de comprimento e 5 cm de largura, e apresenta uma cor vermelha intensa quando maduro. Sua polpa é rica em água, carboidratos e fibras. A casca e a semente contêm uma variedade de compostos fenólicos, antocianinas e vitaminas, conferindo propriedades antioxidantes, além de apresentarem ações anti-inflamatórias, antitumorais, antimicrobianas e antidiabéticas. Todas as partes da árvore do jambo-vermelho são utilizadas na medicina e na farmacologia tradicionais para a prevenção e o tratamento de inúmeras doenças, embora mais estudos sejam necessários para confirmar essas propriedades. Na culinária, o jambo-vermelho é um ingrediente versátil, sendo utilizado na produção de sucos, doces, geleias, vinhos, sorvetes e produtos fermentados. Dessa forma, o jambo-vermelho destaca-se como uma fruta exótica emergente, despertando o interesse por novas pesquisas e o emprego de esforços tecnológicos futuros para promover um aproveitamento mais racional e atrativo desse fruto.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Syzygium malaccense*; compostos bioativos; jambo vermelho; composição nutricional; fruta exótica.

## RED JAMBO (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry): BOTANICAL, NUTRITIONAL, AND BIOACTIVE CHARACTERISTICS – A REVIEW

**ABSTRACT:** In Brazil, there is a great diversity of exotic fruit species that are still underexplored. Among these species, the red jambo (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry) stands out. Originating from Asia, this fruit has adapted to the tropical climate and fertile soils of our country, especially in the Northeast region. The red jambo is an edible, fleshy fruit that can reach about 10 cm in length and 5 cm in width, and it has an intense red color when ripe. Its pulp is rich in water, carbohydrates, and fibers. The peel and seed contain a variety of phenolic compounds, anthocyanins, and vitamins, providing antioxidant properties, as well as anti-inflammatory, antitumor, antimicrobial, and antidiabetic actions. All parts of the red jambo tree are used in traditional medicine and pharmacology for the prevention and treatment of numerous diseases, although further studies are needed to confirm these properties. In cuisine, the red jambo is a versatile ingredient, used in the production of juices, sweets, jellies, wines, ice creams, and fermented products. Therefore, the red jambo stands out as an emerging exotic fruit, arousing interest in new research and the employment of future technological efforts to promote a more rational and attractive utilization of this fruit.

**KEYWORDS:** *Syzygium malaccense*; bioactive compounds; red jambo; nutritional composition; exotic fruit.

## 1 I INTRODUÇÃO

Devido à sua vasta extensão territorial e ampla variação climática, o Brasil abriga uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo, abrangendo tanto frutas nativas quanto exóticas, que foram introduzidas há muitos anos no nosso país. É importante ressaltar que as regiões Norte e Nordeste se destacam pela produção de uma ampla variedade de frutas tropicais, com perspectivas promissoras para exploração econômica (NUNES, 2016).

O jambo vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry) é uma fruta asiática, que tem suas origens nas regiões da Malásia, Indonésia, Vietnã e Tailândia. Pertencente à família Myrtaceae, essa fruta é popularmente conhecida por diversos nomes ao redor do mundo, tais como "maçã malaia", "jambu", "jambu bol", "maçã da montanha" e outros. O fruto tem um formato oblongo, oval e em forma de sino, medindo entre 5 e 10 cm de comprimento e entre 3 e 5,5 cm de largura. Sua casca é fina, vermelha e suave, enquanto a polpa é carnosa, suculenta e branca, com um sabor levemente adocicado e ácido. Possui uma única semente redonda e marrom, com cerca de 2 cm de diâmetro. Embora a parte comestível do fruto (casca e polpa) ainda seja pouco explorada

pela indústria de alimentos, ela possui um alto valor nutricional e bioativo comprovado (FERNANDES; RODRIGUES, 2018; MAIA et al., 2019; RIGUETO et al., 2020).

A polpa do fruto é rica em água, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, enquanto a casca vermelha e a semente contêm compostos bioativos como polifenóis e flavonoides, que conferem uma alta capacidade antioxidante ao fruto. Esses compostos desempenham um papel notável na saúde humana, apresentando diversas funções, incluindo ação antioxidante, hipoglicêmica, hipocolesterolêmica, antitumoral, antibacteriana e anti-inflamatória. No entanto, a ação destes compostos depende da sua biodisponibilidade, principalmente da quantidade a ser liberada pela casca e semente do fruto (FRAUCHES et al., 2016; ARUMUGAM et al., 2019; MAIA et al., 2019; MUSTAQIM, 2021; MAHMOUD et al., 2021; FERREIRA et al., 2022).

Portanto, aproveitar o jambo vermelho em sua totalidade como fontes de nutrientes, contribui para agregar um alto valor biológico ao fruto, permitindo o seu uso integral e tendo um impacto positivo no meio ambiente onde é cultivado. Isso ocorre devido à grande quantidade de resíduos gerados pela alta produtividade do jambo-vermelho e a falta de aproveitamento pela indústria alimentícia. Além disso, o uso de frutas exóticas como fonte de compostos bioativos está se tornando cada vez mais importante para atender à demanda por uma variedade de fitoquímicos nas diversas aplicações no processamento de alimentos (BATISTA et al., 2017; FONTAN et al., 2018; MUSTAQIM, 2021; PAZZINI et al., 2021).

## 2 | DADOS BOTÂNICOS

A família Myrtaceae compreende uma das maiores famílias botânicas encontradas no Brasil. Diversas espécies frutíferas pertencentes a essa família fazem parte da alimentação da população, incluindo a *Psidium guajava* L. (goiaba), *Eugenia uniflora* L. (pitanga), *Myrciaria cauliflora* [Mart.] O.Berg (jabuticaba) e *Syzygium malaccense* (jambo-vermelho). O gênero *Syzygium* é composto por aproximadamente 1100 espécies, cujos frutos são ricos em óleos essenciais, flavonoides, flavonóis, antocianinas, elagitaninos e ácidos fenólicos, com grande importância comercial nas regiões onde são cultivados (GIBBERT et al., 2017; SOBEH et al., 2018; BANADKA et al., 2022).

O *Syzygium malaccense*, conhecido popularmente como jambo-vermelho, é nativo do Sudeste Asiático, especialmente da Tailândia, Indonésia e Malásia, razão pela qual recebe o nome em inglês “Malay Apple”, ou “maçã malaia”. Sua capacidade de adaptação a climas quentes e úmidos contribuiu para sua distribuição em áreas tropicais e subtropicais ao redor do mundo, como o Caribe e o Brasil (UDDIN et al., 2022). No Brasil, o jambeiro, árvore produtora do jambo-vermelho, é encontrado nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, sendo considerado uma espécie exótica na flora brasileira (FERNANDES; RODRIGUES, 2018; FARIAS et al., 2020; MUSTAQIM, 2021; PAZZINI et al., 2021).

O jambeiro apresenta um tronco reto e uma copa densa, com formato cônico e piramidal. Pode atingir uma altura de 12 a 15 metros, sendo considerado uma das maiores árvores lenhosas com flores no mundo (Figura 1) (UDDIN et al., 2022). Essa árvore é amplamente cultivada tanto por motivos ornamentais quanto para produção de frutos, com período de floração e colheita variando de acordo com a região onde a árvore se encontra. No Brasil, mais especificamente em Pernambuco, o período de colheita ocorre entre novembro e fevereiro, com o pico de produção no mês de janeiro. Durante o período produtivo, cada árvore pode gerar até 80 kg de frutos, o que equivale a uma média de 850 frutos por árvore (BATISTA et al., 2017; FERNANDES; RODRIGUES, 2018; PAZZINI et al., 2021).



Figura 1 – Árvore do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry).

Fonte: Fernandes & Rodrigues, 2018.

As folhas do jambeiro são estreitas, com formato oblongo ou oval, possuem um pecíolo curto e crescem amontoadas nas pontas de galhos flexíveis. Elas apresentam um comprimento médio de 10 a 30 cm e possuem uma base aguda a arredondada, enquanto a ponta é aguda e acuminada. São glabras (sem pelos) e possuem coloração verde brilhante (Figura 2). (ARUMUGAM et al., 2019; MENDES et al., 2021; PRASNIEWSKI et al., 2021).

As flores do jambeiro possuem um cálice longo com lóbulos arredondados e podem atingir até 6 cm de comprimento. Elas apresentam uma coroa rosa-avermelhada, com pétalas suborbiculares. O ovário é inferior, com estilete longo e simples, e a flor possui vários estames soltos, longos e vermelhos (Figura 2). Além disso, possuem fragrância

característica e formam um belo tapete quando caem no chão (PAZZINI et al., 2021; VADU et al., 2023).



Figura 2 – Folhas e flores do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry).

Fonte: Mustaqim (2021).

Os frutos do jambeiro possuem uma forma oblonga, semelhante a uma pera ou sino, com um comprimento de cerca de 5 a 10 cm e largura de 3 a 5,5 cm. O peso dos frutos varia entre 60 e 75 g. Eles apresentam um epicarpo fino e ceroso, com uma coloração que varia do rosa ao vermelho-escuro, dependendo do estágio de maturação e das condições de colheita (Figura 3). A polpa é composta pelo mesocarpo e endocarpo, sendo branca, ácida, suculenta e ao mesmo tempo crocante. O sabor é descrito como leve, refrescante, com um toque terroso e levemente adocicado, acompanhado de um aroma de rosas, resultado dos compostos voláteis presentes no fruto. A proporção de polpa pode variar no jambo-vermelho, com uma média em torno de 35 g, correspondendo de 45 a 75% do peso total (FERNANDES; RODRIGUES, 2018; BATISTA et al., 2020; FARIAS et al., 2020; MUSTAQIM, 2021; VADU et al., 2023).

Cada fruto do jambo-vermelho geralmente contém uma única semente, embora alguns frutos possam produzir duas sementes ou até mesmo nenhuma. A semente apresenta uma coloração externa marrom claro e é verde internamente. Ela é classificada como bitegumentada (possui dois tegumentos) e exalbuminosa (não possui endosperma), com reservas energéticas armazenadas em seus dois cotilédones largos. A semente tem um diâmetro de aproximadamente 1,5 a 2 cm e pesa de 9 a 17 g, o que corresponde a cerca de 20% do peso total do fruto. O tamanho da semente tende a aumentar à medida que o fruto amadurece. A germinação da semente ocorre por meio de reprodução sexuada, onde duas ou mais plantas podem se originar a partir da mesma semente, devido ao fenômeno da poliembrionia (presença de mais de um embrião na semente) no jambo-vermelho (GIBBERT et al., 2017; FARIAS et al., 2020; PAZZINI et al., 2021; VADU et al., 2023).



Figura 3 – Fruto do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry)

Fonte: Fernandes & Rodrigues, 2018

## 3 I COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

O jambo-vermelho pode ser considerado uma excelente fonte de macronutrientes, vitaminas e minerais. Cada tecido do fruto possui características químicas distintas que incentivam seu consumo e a exploração de seus efeitos funcionais (BATISTA et al., 2017). No entanto, é importante ressaltar que a composição nutricional do fruto pode variar consideravelmente devido a fatores como as condições de solo, clima, cultivo e colheita na região em que ele se desenvolve (FRAUCHES et al., 2016).

A polpa fresca do jambo-vermelho é uma fonte rica de água, carboidratos totais, fibras solúveis, vitaminas C, B1, B2 e B3, além de minerais como cálcio, ferro, fósforo e potássio. Apresenta uma umidade em torno de 90%, uma acidez entre 0,6 e 0,7% de ácido cítrico e um pH entre 3,5 e 3,8, conferindo-lhe uma textura suculenta e um sabor ácido (FARIAS et al., 2020; FERREIRA et al., 2022). Além disso, o jambo-vermelho contém carotenoides e compostos voláteis que contribuem para suas propriedades nutricionais e sensoriais (PAZZINI et al., 2021).

A casca do jambo-vermelho é rica em vitamina C, magnésio e zinco, que têm ação antioxidante e podem ajudar a combater o estresse oxidativo e inflamações no corpo. Além disso, a casca contém sódio e potássio, que desempenham um papel importante no controle da pressão arterial. Ela também é uma fonte de fibras dietéticas, como a pectina, que é altamente fermentável pela microbiota intestinal, contribuindo para a saúde do sistema digestivo (MAHMOUD et al., 2021; NUNES et al., 2022).

Em termos de composição, a casca do jambo-vermelho concentra a maior parte das proteínas totais e dos lipídeos do fruto. No entanto, possui menos açúcares redutores que a polpa. O alto teor de fibras insolúveis presente na casca também contribui para sua classificação como fonte desse nutriente (BATISTA et al., 2017; PAZZINI et al., 2021).

A casca do jambo-vermelho é reconhecida por possuir uma alta concentração de fitoquímicos com capacidade antioxidante, tornando-a uma parte valiosa do fruto

em termos de benefícios à saúde (VUOLO et al., 2018; PRASNIEWSKI et al., 2021). A maioria dos compostos fenólicos presentes são antocianinas, embora também tenham sido encontrados teores de licopeno na casca do jambo-vermelho (GIBBERT et al., 2017). Dentre as antocianinas identificadas na casca do fruto, destacam-se três principais: cianidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3-glidosídeo e cianidina 3-glicosídeo, sendo esta última encontrada em maior quantidade. Essas antocianinas possuem efeitos benéficos em doenças inflamatórias e apresentam propriedades antitumorais (MAIA et al., 2019; BATISTA et al., 2020; FERREIRA et al., 2022).

De fato, as sementes de jambo-vermelho são reconhecidas como fontes de compostos fenólicos, flavonoides e carotenoides, apresentando uma alta capacidade antioxidante (BATISTA et al., 2017; MUSTAQIM, 2021; PAZZINI et al., 2021). Entre os compostos fenólicos encontrados nas sementes, destacam-se os polifenóis lignanas e estilbenos, que têm sido objeto de estudos devido aos seus potenciais efeitos benéficos para a saúde (VADU et al., 2023).

## 4 I FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO JAMBO-VERMELHO

### 4.1 Uso medicinal

Embora o jambo-vermelho possua mais apelo do ponto de vista de um produto alimentício, crescem as demandas farmacológicas e medicinais utilizando todas as partes da planta, visto que as raízes, o tronco, as folhas, as flores e os frutos (polpa, casca e semente) são utilizados de forma empírica há anos para a prevenção e tratamento de doenças na regiões de cultivo da árvore, devido a presença de substâncias fitoquímicas nas suas diversas partes (ARUMUGAM et al., 2014; PAZZINI et al. 2021; VADU et al., 2023).

A casca do tronco do jambeiro é amplamente utilizada na medicina tradicional devido às suas propriedades terapêuticas. Estudos têm demonstrado que a casca do tronco possui capacidade hipoglicemiante (ARUMUGAM et al., 2014; FAUZIAH et al., 2019), atua no tratamento de dores estomacais (VADU et al., 2023) e de infecções orais (MUSTAQIM, 2021), além de possuir atividade antimicrobiana contra bactérias como *E. coli* e *S. aureus* (MAPPASOMBA et al., 2020). Esses benefícios são atribuídos à presença de diversos compostos bioativos, incluindo flavonoides, fenóis, saponinas, alcalóides, taninos e terpenoides na casca do tronco (TUKIRAN, 2019; PAZZINI et al., 2021).

As folhas do jambeiro são conhecidas por serem fontes de flavonoides, que são compostos bioativos com propriedades antioxidantes comprovadas (ARUMUGAM et al., 2019). Essas folhas têm sido utilizadas no tratamento de diversas condições de saúde, incluindo doenças renais, articulares e metabólicas, como o diabetes mellitus (PAZZINI et al., 2021). Além disso, estudos têm demonstrado atividade antitrombótica (PATEL et

al., 2019), antimicrobiana (VADU et al., 2023) e purgativa (BASALIUS et al., 2022) nas folhas do jambeiro. No caso das flores, elas contêm uma alta concentração de malvidina, uma antocianina com potencial antitumoral. Estudos têm indicado que essa substância é capaz de induzir a apoptose, ou morte celular programada, em células cancerígenas (CHHIKARA et al., 2018).

A casca do jambo-vermelho, assim como sua polpa, é amplamente reconhecida como uma fonte de compostos antioxidantes, devido à presença de compostos fenólicos, como ácidos fenólicos (gálico, clorogênico, benzoico e cumárico) além de flavonoides como as antocianinas (PAZZINI et al., 2021). Dentre os benefícios à saúde já relatados, destacam-se as atividades antidiabética (UDDIN et al., 2022), antitumoral, antiobesogênica (BATISTA et al., 2020), anti-inflamatória (FRAUCHES et al., 2016), antiproliferativa (VUOLO et al., 2018), anti-hipertensiva (VADU et al., 2023) e hepatoprotetora (XU et al., 2022). O extrato da casca de jambo-vermelho também apresentou efeito protetor em células beta do pâncreas de ratos, inibindo o estresse oxidativo e a inflamação (MAHMOUD et al., 2021). Além disso, foi observado que o extrato da casca de jambo-vermelho pode reverter a esteatose hepática e minimizar as alterações no perfil lipídico causadas pela ingestão de uma dieta hiperlipídica (NUNES et al., 2022).

As sementes de jambo-vermelho possuem atividade anti-inflamatória, devido a presença de polifenóis. Embora os mecanismos de ação envolvendo essa capacidade ainda sejam pouco compreendidos, estudos indicam que a quantidade desses compostos nas sementes é superior à encontrada nas folhas do jambeiro (BATISTA et al., 2017). Além disso, as sementes também demonstraram atividade antimicrobiana frente à *Salmonella enteritidis* e *S. aureaus.* Essa propriedade é atribuída à presença de uma lectina, um peptídeo bioativo presente nas sementes (DANTAS et al., 2014). No entanto, é importante mencionar que alguns estudos apontam para possíveis efeitos tóxicos associados ao consumo das sementes de jambo (FIGUEIROA et al., 2013; VADU et al., 2023).

### 4.2 Uso Culinário

O jambo-vermelho é um fruto versátil em termos de consumo e pode ser consumido tanto *in natura* quanto na forma de produtos artesanais. Seu sabor e aroma exóticos tornam-no uma excelente escolha para a produção de diversos alimentos e bebidas. Alguns exemplos incluem geleias, vinhos, doces, compotas, licores, frutas enlatadas e cristalizadas, sorvetes e produtos fermentados (FERNANDES; RODRIGUES, 2018; FARIAS et al., 2020; PAZZINI et al., 2021).

Em diversas regiões do mundo, especialmente no Sudeste Asiático, o jambo-vermelho e todas as partes do jambeiro são amplamente explorados comercialmente para uso culinário (FONTAN et al., 2018). As folhas do jambeiro são consumidas cozidas juntamente com arroz, enquanto as flores são utilizadas cruas em saladas (MUSTAQIM, 2021). As sementes por sua vez, são utilizadas para a produção de farinhas e confecção

de produtos como barras de cereal, granola, pães, bolos, pastas e biscoitos (PAZZINI et al., 2021).

No Brasil, apesar dos benefícios à saúde e das diversas formas de utilização do jambo-vermelho já reconhecidas, seu consumo ainda é limitado principalmente à fruta fresca em época de colheita. Geralmente, a produção está restrita a pomares caseiros ou é encontrada em pequena quantidade nas ruas (FONTAN et al., 2018; PAZZINI et al., 2021). Isso ocorre, em parte, devido à alta perecibilidade do fruto, que possui uma vida útil limitada de 3 a 6 dias após colheita. A falta de informações sobre a viabilidade tecnológica do jambo-vermelho para uso industrial é um dos principais desafios enfrentados. Essa falta de conhecimento e investimentos em pesquisa e desenvolvimento dificulta a exploração mais ampla do fruto e sua utilização em produtos processados de maior durabilidade. Como resultado, uma quantidade significativa de jambo-vermelho acaba sendo desperdiçada, gerando impactos negativos tanto na economia quanto no meio ambiente (FERNANDES; RODRIGUES, 2018).

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão confirma que todas as partes do jambeiro, incluindo a casca do tronco, as folhas, as flores e os frutos, possuem potencial para a exploração de seus nutrientes, devido à presença de compostos bioativos com evidências de promoção da saúde. Embora as folhas, as flores e as sementes apresentem esses compostos em maior quantidade do que a polpa e a casca, por exemplo, seu aproveitamento ainda é pouco explorado, e esses coprodutos acabam sendo desvalorizados.

A utilização integral do jambo-vermelho é uma alternativa para o aproveitamento desses coprodutos como ingredientes funcionais e fontes de fibras e fitoquímicos. No entanto, é importante destacar que são necessários mais estudos para um melhor aproveitamento do fruto, especialmente no que diz respeito à toxicidade das sementes e das folhas, bem como às interações dos compostos bioativos em diferentes matrizes alimentares.

## REFERÊNCIAS


ARUMUGAN, B. et al. Antioxidant and antiglycemic potentials of a standardized extract of *Syzygium malaccense*. **Lwt - Food Science And Technology**, [S.L.], v. 59, n. 2, p. 707-712, 2014.

ARUMUGAN, B. et al. Protective effect of myricetin derivatives from *Syzygium malaccense* against hydrogen peroxide-induced stress in ARPE-19 cells. **Molecular Vision**, v. 25, p. 47-59, 2019.

BANADKA, A. et al. The role of *Syzygium samarangense* in nutrition and economy: An overview. **South African Journal of Botany**, v. 145, p. 481-492, 2022.

BATISTA, A. G. et al. Red-jambo (*Syzygium malaccense*): bioactive compounds in fruits and leaves. **LWT**, v. 76, p. 284-291, 2017.

BATISTA, A. G. et al. *Syzygium malaccense* fruit supplementation protects mice brain against high- fat diet impairment and improves cognitive functions. **Journal Of Functional Foods**, v. 65, p. 1-10, 2020.

BASALIUS, H. et al. Green synthesis of nano-silver using *Syzygium samarangense* flower extract for multifaceted applications in biomedical and photocatalytic degradation of methylene blue. **Applied Nanoscience**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 3735-3747, 2022.

BATISTA, A.G. et al. Bioactive Compounds of Red-Jambo Fruit (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry). **Reference Series In Phytochemistry**, [S.L.], p. 395-407, 2020.

CHHIKARA, N.  et al. Bioactive compounds and pharmacological and food applications of *Syzygium cumini*– a review. **Food & Function**, [S.L.], v. 9, n. 12, p. 6096-6115, 2018.

DANTAS, C. C. S. et al. Identification of a Napin-Like Peptide from *Eugenia malaccensis* L. Seeds with Inhibitory Activity Toward *Staphylococcus aureus* and *Salmonella Enteritidis*. **The Protein Journal**, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 549-556, 2014.

FARIAS, D. P. et al. A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. **Food Chemistry**, v. 306, p. 125630, 2020.

FAUZIAH, N. et al. The opportunities of using Malay apple (*Syzygium malaccense* (L). Merr. & perry) wood stem extract as halal and thayyib antidiabetic drugs. **Indonesian Journal of Halal Research**, v. 1, n. 2, p. 26–30, 2019.

FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S. Jambo - *Syzygium malaccense*. **Exotic Fruits**, p. 245-249, 2018.

FERREIRA, S. L. C. et al. Determination and multivariate evaluation of the mineral composition of red jambo (*Syzygium malaccense* (L.)). **Food Chemistry**, v. 371, p. 131381, 2022.

FIGUEROA, E. O. Evaluation of Antioxidant, Immunomodulatory, and Cytotoxic Action of Fractions from *Eugenia uniflora* L. and *Eugenia malaccensis* L.: correlation with polyphenol and flavanoid content. **The Scientific World Journal**, [S.L.], v. 2013, p. 1-7, 2013

FONTAN, R. C. I. et al. Composition and thermophysical properties of Malay Rose apple pulp. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 3, p. 1067-1073, 2018.

FRAUCHES, N. S. et al. Brazilian *Myrtaceae* Fruits: A Review of Anticancer Properties. **British Journal of Pharmaceutical Research**, v. 12, p. 1-15, 2016.

GIBBERT, L. et al. A brief review of the species *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry as source of bioactive compounds. **Visão Acadêmica**, v. 18, n. 4, p. 140-152, 2017.

MAHMOUD, M. F. et al. *Syzygium jambos* extract mitigates pancreatic oxidative stress, inflammation and apoptosis and modulates hepatic IRS-2/AKT/GLUT4 signaling pathway in streptozotocin-induced diabetic rats. **Biomedicine & Pharmacology**, v. 142, p. 112085, 2021.

MAIA, J. L. et al. Extract of spray-dried Malay apple (*Syzygium malaccense* L.) skin. **Journal Of  Food Process Engineering**, v. 42, n. 8, p. 1-9, 2019.

MAPPASOMBA, M. et al. Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of Some Medicinal Plants in Kendari City, **Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan, v. 6, n. 1, p. 20-26,** 2020.

MENDES, R. F. et al. n vivo anti-inflammatory and antinociceptive effects, and in vitro antioxidant, antiglycant and anti-neuroinflammatory actions of *Syzygium malaccense*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.L.], v. 93, n. 4, p. 1-19, 2021.

MUSTAQIM, W. A. *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry Myrtaceae. **Ethnobotany Of Mountain Regions**, [S.L.], p. 1041-1049, 2021.

NUNES, P. C. et al. Physico-Chemical Characterization, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Malay Apple *[Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry]. **Plos One**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1-11, 2016.

NUNES P. C. et al. Malay apple (*Syzygium malaccense*) promotes changes in lipid metabolism and a hepatoprotective effect in rats fed a high-fat diet. **Food Research International**, v. 155, p. 110994, 2022.

PATEL, K. K. et al. Antibiofilm Potential of Silver Sulfadiazine-Loaded Nanoparticle Formulations: a study on the effect of dnase-i on microbial biofilm and wound healing activity. **Molecular Pharmaceutics**, [S.L.], v. 16, n. 9, p. 3916-3925, 2019.

PAZZINI, I. A. E. et al. Bioactive potential, health benefits and application trends of *Syzygium malaccense* (Malay apple): A bibliometric review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 116, p. 1155-1169, 2021.

PRASNIEWSKI, A. et al. Characterization of phenolic compounds by UHPLC-QTOF-MS/MS and functional properties of *Syzygium malaccense* leaves. **South African Journal of Botany**, v. 139, p. 418-426, 2021.

RIGUETO, C. V. T. et al. Influência da temperatura de secagem de jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) em camada de espuma. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 1-14, 2020.

SOBEH, M. et al. Phenolic compounds from *Syzygium jambos* (Myrtaceae) exhibit distinct antioxidant and hepatoprotective activities in vivo. **Journal Of Functional Foods**, [S.L.], v. 41, p. 223-231, 2018.

TUKIRAN, D. O. P. D. Antibacterial activity of skin methanol extract Stem of guava bol (*Syzygium malaccense*) on *E. coli* bacteria, **UNESA Journal of Chemistry**, v. 8, n. 2, p. 67-73, 2019.

UDDIN, A. B. M. N. et al. Traditional uses, pharmacological activities, and phytochemical constituents of the genus *Syzygium*: a review, **Food Science & Nutrition**, [S.L.], v. 10, n. 6, p. 1789-1819, 2022.

VADU, S. et al. A review on phytochemistry and traditional therapeutic benefits of *Syzygium malaccense* (L**.), International Association of Biologicals and Computational Digest**, v. 2, n. 1, p. 275-286, 2023.

VUOLO, M. M. et al. Red-jambo peel extract shows antiproliferative activity against HepG2 human hepatoma cells. **Food Research International**, [S.L.], v. 124, p. 93-100, 2019.

XU, W. et al. Discovery, preparation, and characterization of lipid-lowering alkylphenol derivatives from *Syzygium* jambos fruit. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 396, p. 133668, 2022.

# CAPÍTULO 15

# MODELOS PARA EVALUAR LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PLANTAS

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Rafael Manuel de Jesús Mex-Álvarez**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**María Magali Guillen-Morales**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**Patricia Margarita Garma-Quen**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**David Yanez-Nava**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**José Luis Kantún-Haas**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**Roger Enrique Chan-Martínez**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**Kevin Ariel Contreras-Dzul**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**Edwin Román Chulin-Canul**
Área de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche

**RESUMEN:** Los antioxidantes son compuestos capaces de proteger a los sistemas biológicos del daño oxidativo; en el estudio de plantas medicinales existen diversos modelos para medir su actividad antioxidante, generalmente clasificados en métodos *in vitro* e *in vivo;* en este capítulo se revisan tres de los principales métodos para evaluar la actividad antioxidante *in vitro*: la neutralización del radical DPPH, la reducción del peróxido de hidrógeno y la reducción del ion férrico. Estos métodos son complementarios en cuanto a que estudian diferentes mecanismos de acción de los productos naturales y sirven para evaluar la actividad antioxidante de plantas y otros alimentos de consumo humano y animal.

## INTRODUCCIÓN

La actividad antioxidante es básica en el estudio de plantas medicinales porque permite vislumbrar el potencial de

un extracto e inferir su uso en algunos padecimientos relacionados con el estrés oxidativo; estas pruebas generalmente se correlacionan con la cuantificación de compuestos polifenólicos y suelen realizarse de manera conjunta. Existen principalmente dos tipos de modelos utilizados para la evaluación de la actividad antioxidante de una molécula, compuesto o planta: los modelos *in vitro* y los modelos *in vivo*. Se han desarrollado una gran cantidad de métodos *in vitro* para poder medir la eficiencia de los recursos naturales antioxidantes, a continuación, se describen tres de los métodos más reportados en la literatura científica: la actividad de eliminación del radical DPPH, la reducción del peróxido de hidrógeno y el poder reductor del ion férrico.

## ACTIVIDAD DE ELIMINACIÓN DE DPPH

El radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) es estable debido a la deslocalización del electrón desapareado, en consecuencia la molécula no se dimeriza como sucede con la mayoría de los radicales libres; el DPPH presenta una coloración violeta intensa debido a su estructura química que contiene enlaces dobles alternados, el compuesto se caracteriza por una banda de absorción en una solución de etanol a aproximadamente 520 nm. Cuando una solución de DPPH de color violeta se mezcla con la de un sustrato que puede donar un átomo de hidrógeno, esto da lugar a la forma reducida de color amarillo la diferencia de absorbancias permite obtener el porcentaje de captación de radicales libres (**Figura 1**); en este ensayo los controles positivos pueden ser ácido ascórbico, ácido gálico, quercetina, catequina o glutatión.

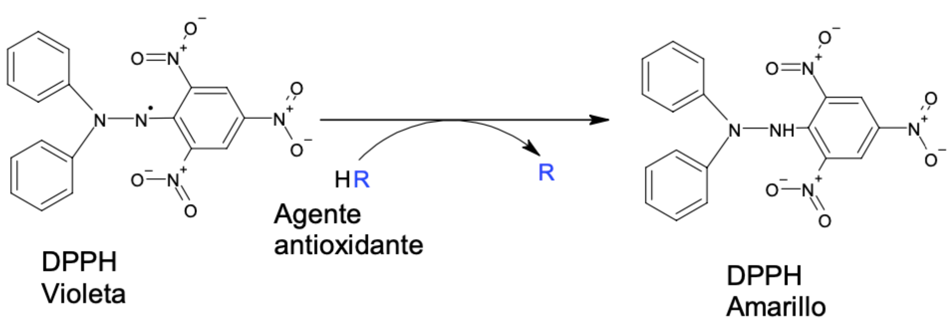



Figura 1. Representación estructural química del 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).

## ENSAYO DE REDUCCIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO ($H_2O_2$)

Es un ensayo colorimétrico enzimático optimizado que se utiliza para la determinación de la actividad de eliminación de peróxido de hidrógeno en extractos de plantas y antioxidantes estándar, basados en el sistema de reacción donde $H_2O_2$ reacciona rápidamente con el fenol y 4-aminoantipirina en presencia de peroxidasa de rábano

picante (HRP) para producir un colorante de quinoneimina de color rosa (**Figura 2**). Los secuestradores de $H_2O_2$ al disminuir la concentración de esta especie reactiva de oxígeno provocan una disminución de la intensidad de color por una producción disminuida de este cromóforo en particular; una variante del método mide directamente la concentración de peróxido en la región UV del espectrofotómetro.

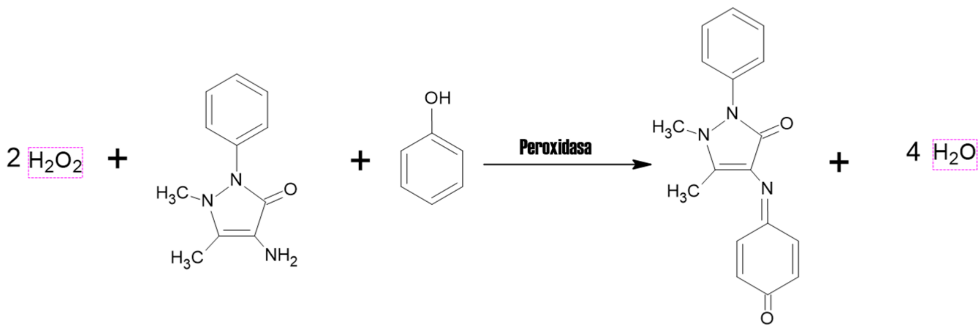



Figura 2. Reacción química catalizada por HRP.

## ENSAYO DE POTENCIA ANTIOXIDANTE REDUCTORA FÉRRICA (FRAP)

El ensayo FRAP se basa en la capacidad de los antioxidantes para reducir $Fe^{3+}$ a $Fe^{2+}$ en presencia de 2,4,6-tris(2-piridil)-*s*-triazina (TPTZ) a pH bajo, formando un complejo azul intenso de $Fe^{2+}$-TPTZ con una absorción máxima a 593 nm. Los valores de FRAP se pueden obtener comparando el cambio de absorción en la mezcla de prueba con los obtenidos a partir de concentraciones crecientes de $Fe^{3+}$ y expresadas como milimol de equivalentes de $Fe^{2+}$ por Kg (alimento sólido) o por L (bebidas) de muestra. En este ensayo, el $FeSO_4$ se utiliza como estándar para la curva de calibración. La capacidad antioxidante basada en la capacidad de reducir iones férricos de la muestra se calcula a partir de la curva de calibración lineal y expresada como milimol de equivalentes de $FeSO_4$ por gramo de muestra. La **Figura 3** muestra la reacción que tiene lugar en este método de medida de la capacidad antioxidante.

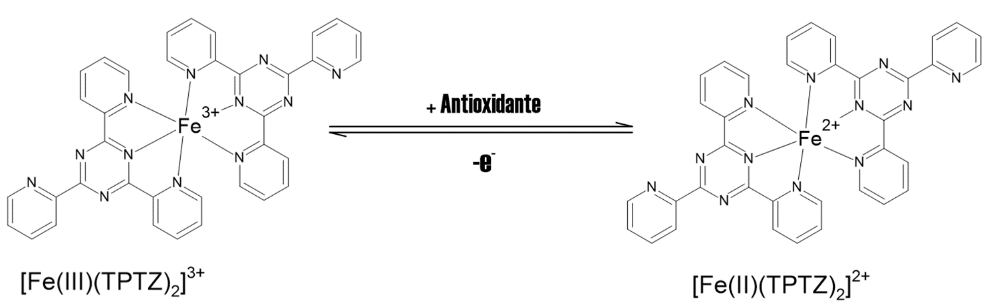



Figura 3. Ecuación química de la reacción del mecanismo de reacción del método FRAP.

Además de estos tres métodos principales, existen otros métodos *in vitro* para determinar la capacidad antioxidante, tales como el ensayo de capacidad de absorción del radical oxígeno (CARO), la actividad antioxidante total, la capacidad antioxidante equivalente a trolox (AAET), el ensayo de eliminación de radicales de anión superóxido, el ensayo de eliminación de radicales hidroxilos, el ensayo de eliminación de radicales de óxido nítrico y contenido total fenólico.

## MODELOS *IN VIVO*

Los métodos *in vivo* se usan para la evaluación de la actividad antioxidante de compuestos desconocidos de cultivos celulares o en órganos como riñón o hígado de animales de laboratorio, manteniendo según los principios rectores en el cuidado y uso de animales. Los siguientes métodos se utilizan para estimar la actividad antioxidante *in vivo*: la estimación de superóxido dismutasa, la cantidad de glutatión reducido, la cuantificación de malonilaldehído y la estimación de catalasa.

## MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS POLIFENÓLICOS

Los compuestos polifenólicos se encuentran abundantemente en muchos vegetales y poseen actividades antioxidantes por sus grupos hidroxilos estabilizados aromáticamente por el benceno; estos compuestos son principalmente taninos, flavonoides y antocianinas; aunque existen otros compuestos polifenólicos de importancia biológica y nutricional.

## MÉTODO FOLIN-CIOCALTEU PARA DETERMINAR POLIFENOLES TOTALES

El método espectrofotométrico Folin-Ciocalteu se utiliza para determinar los compuestos fenólicos totales; se fundamenta en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin (complejo de ácido fosfomolíbdico y fosfotúngstico) de color amarillo que se reduce por los polifenoles y a pH básico se produce la formación de un color azul que se puede cuantificar espectrofotométricamente a 760 nm.

## MÉTODO DE VAINILLINA PARA CUANTIFICACIÓN DE TANINOS CONDENSADOS

El método vainillina-HCl es el más utilizado para la determinación cuantitativa de los taninos condensados; este método se basa en la propiedad que presentan los taninos condensados de oxidarse en medio ácido y por aplicación de calor para romper sus enlaces intermonoméricos. Este análisis es específico para determinar flavan-3-ol, dihidrochalconas y proantocianidinas y la catequina se utiliza como estándar.

## MÉTODO COLORIMÉTRICO DEL CLORURO DE ALUMINIO PARA CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES TOTALES

Este método se basa en la formación de complejos estables de los flavonoides con el catión de aluminio; este complejo produce un desplazamiento batocrómico de la absorción de luz y una intensificación de la absorción. Este método evita la interferencia de otros polifenólicos y sirve para determinar la cantidad específica de flavonoides; el método es reproducible, proporcionando desviaciones muy pequeñas o ninguna diferencia entre una prueba y otra sobre la misma muestra.

## REFERENCIAS


1. Alam, N.; Bristi, N. J.; Rafiquzzaman, M. 2012. Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal. **21** (2): 143-152.

2. Alves, J.; Mendonca, L. A.; Reis da silva, S. J.; Flach, A. 2014. Color phenolic and flavonoid content and antioxidant activity of honey from Roriana Brazil. Food Science and Technology. **34** (1): 69-73.

3. Avello, M.; Suwalsky, M. 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea. **494** (2): 161-172.

4. Boots, A. W.; Haenen, G. R.; Bast, A. 2008. Health effects of quercetin: From antioxidant to nutraceutical. European Journal of Pharmacology. **585** (2-3): 325-337.

5. Cabral de Oliveira, A.; Barros Valentim, I.; Fonsec Goulart, M.O. 2009. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. Quimica Nova. **3** (32): 689-702.

6. Cabrera, M.L.; Salinas, Y.; Velázquez, G.A.; Espinosa, E. 2009. Contenido de fenoles solubles e insolubles en las estructuras del grano de maíz y su relación con propiedades físicas. Agrociencia. **43**: 827-839.

7. Cadenas, E.; Davies, K.J. 2000. Mitochondrial free radical generation, oxidative stress, and aging. Free Radical Biology and Medicine. **29** (3-4): 222-230.

8. Castañeda, C. B.; Ramos, LL. E.; Ibáñez, V. L. 2008. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. Horizonte Médico. **1** (8): 56-72.

9. Chandra T.; Anju, G. 2015. Antioxidant activity by DPPH radical scavenging method of *Ageratum conyzoides* linn. leaves. American Journal of Ethnomedicine. **4** (1): 244-249.

10. Ciappini, M.C.; Stoppani, F.S.; Martinent, R.; Álvarez, M.B. 2013. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y favonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. Revista Ciencia Tecnología. **19**: 45-51.

11. Daniel, A.; Workneh, M. 2017. Determination of total phenolic content and antioxidant activities of five different brands of Ethiopian coffee. International Journal of Food and Nutrition Research. **1**:1-10.

12. Fernando, C. D.; Soysa, P. 2015. Optimized enzymatic colorimetric assay for determination of hydrogen peroxide ($H_2O_2$) scavenging activity of plan extracts. Methods X. **2:** 283-291.

13. Hajirnahmoodi, M.; Moghddam, G; Ranjbar, A. M; Khazani, H.; Sadeghi, N.; Reza O. M. 2013. Total phenolic, flavonoids, tannin content and antioxidant power of some Iranian pomegranate flower cultivars (*Punica granatum, L*). American Journal of Plant Sciences. **4** (1):1815-1820.

14. Kumar, S. 2014. The importance antioxidant and their role in pharmaceutical science. Asian Journal of Research in Chemistry and Pharmaceutical Sciences. **1** (1): 27-44.

15. Kumar, S.; Sharma, S.; Vasudeva, N. 2017. Review on antioxidants and evaluation procedures. Chinese Journal of Integrative Medicine. **1**: 1-12.

16. Martínez, N. S.; Arévalo, K.; Verde, M. J.; Rivas, C.; Oranday, A.; Núñez, M. A.; Morales, M. E. 2011. Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. **42** (4): 66-71.

17. Martínez, S.; González, J.; Culebras, J. M.; Tuñón, M.J. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Nutrición Hospitalaria. **17** (6): 271-278.

18. Mendes de Oliveira, R.M. 2012. Quantification of catechins and caffeine from green tea (*Camellia sinensis*) infusions extract, and ready-to-drink beverages. Ciência e Tecnologia de Alimentos. **32** (1): 163-166.

19. Mex-Álvarez, R. M., Garma-Quen, P. M., Maldonado-Velázque, M. G., Aguirre-Crespo, F. J., Pantoja-Bolio, F. M., & Núñez-Pinto, Y. G. (2018). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de la Uva de Mar (Coccoloba uvifera). *QuímicaViva*(2), 1-10.

20. Pisoschi, A. M.; Pop A. 2015. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress. European Journal of Medicinal Chemistry. **97**: 55-74

21. Pisoschi, A. M.; Negulescu, G. P. 2011. Methods for total antioxidant activity determination. Biochemistry and Analytical Biochemistry. **1** (1): 1-10.

22. Pavithra, K.; Vadivukkarasi, S. 2014. Evaluation of free radical scavenging activity of various extracts of leaves from *Kedrostis foetidissima* (Jacq.) Cogn. Food Science and Human Wellness. **4:** 42-46.

23. Porras, A. P.; López, A. 2009. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. **3** (1): 121-134.

24. Sáenz, M. A.; Rosales, M.; Rocha, N. E.; Gallegos, J. A.;Gonzales, R.F. 2010. Contenido fenólico y acción antioxidante de extractos de acícualas de *Pinus cooperi, P. durangensis, P. engelmani y P. teocote*. Madera y Bosques. **16**: 37-48.

# *Vicia faba* L.: UMA REVISÃO SOBRE O PERFIL NUTRICIONAL E INDUSTRIALIZAÇÃO DA FAVA

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Priscila Dabaghi Barbosa**
Universidade Positivo
Curitiba - Paraná
http://lattes.cnpq.br/2139105784405579

**Juliana Stoffella Zattar Coelho**
Universidade Positivo
Curitiba – Paraná
https://lattes.cnpq.br/2225066544050711

**Regina Maria Vilela**
Universidade Federal do Paraná
Curitiba - Paraná
http://lattes.cnpq.br/6714696191067380

**Ligia Alves da Costa Cardoso**
Universidade Positivo
Curitiba - Paraná
http://lattes.cnpq.br/5655205350391160

**RESUMO:** *Pulses* são um subgrupo da tradicional família de leguminosas (*Fabaceae*) que se referem somente às sementes secas não oleaginosas, são elas ervilhas, feijões, lentilhas, fava e grão de bico. São alimentos com diversas propriedades nutricionais já que são ricas em proteínas, fonte de fibras, possuem baixo índice glicêmico e teor de gorduras, ainda, são livres de glúten e ricas em vitaminas e minerais essenciais. Além disso, são conhecidas como alimentos funcionais pela sua riqueza em compostos bioativos, associando-se seu consumo a inúmeros benefícios de saúde, incluindo redução do risco e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis como a diabetes, doenças cardiovasculares, obesidade e câncer. O interesse da comunidade científica por proteínas vegetais aliado ao crescente mercado *plant-based* evidencia as leguminosas para o desenvolvimento de alimentos que possuam em sua formulação proteínas de origem vegetal. Estas têm dispertado o interesse da comunidade científica, consequentemente incentivando a indústria de alimentos a desenvolver novos produtos, utilizando a faba (*Vicia faba* L.) para o enriquecimento nutricional do alimento. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão sobre o perfil nutricional e industrialização da faba.

**PALAVRAS-CHAVE:** Leguminosa; *Vicia faba* L.; valor nutricional; *plant-based*; proteína de origem vegetal

## *Vicia faba* L.: A REVIEW OF NUTRITIONAL PROFILE AND INDUSTRIALIZATION OF FABA BEAN

**ABSTRACT:** Pulses are a subgroup of the traditional legume family (Fabaceae) which refer only to dry non-oil seeds, namely peas, beans, lentils, faba beans and chickpeas. They are products with nutritional properties because they are rich in protein, source of fiber, have a low glycemic index and fat content, they are also gluten-free and rich in essential vitamins and minerals. In addition, they are known as functional foods due to their richness in bioactive compounds, their consumption is being associated with numerous health benefits, including the reduction of get sick and for the treatment of chronic diseases such as diabetes, cardiovascular disease, obesity and cancer. The interest of the scientific community in vegetable proteins and the growing plant-based market, highlights for the use of legumes for the development of foods that contain vegetable protein origin in their formulation. These have aroused the interest of the scientific community, consequently encouraging the food industry to develop new products using faba (*Vicia faba* L.) for nutritional enrichment of the industrial product. The present study aimed to carry out a review on the nutritional profile and industrialization of faba beans.
**KEYWORDS:** Legume; *Vicia faba* L.; nutritional value; plant-based; plant-based protein.

## 1 I INTRODUÇÃO

Fontes alternativas de proteína são necessárias para atender as necessidades nutricionais da crescente população mundial. Essas proteínas precisarão ser produzidas de maneira sustentável, com pouco efeito prejudicial ao meio ambiente e com vantagens econômicas e agrícolas. Assim, é crescente a sensibilização para as questões da sustentabilidade sendo de senso comum a necessidade de aumentarmos o consumo dos alimentos de origem vegetal, não apenas pela sua riqueza nutricional, mas também pela facilidade de produção *versus* o seu impacto ambiental. Neste sentido, as Nações Unidas anunciaram 2016 como o Ano Internacional das Leguminosas para incentivá-las como culturas sustentáveis e nutricionalmente importantes, divulgando-as como "sementes nutritivas para um futuro sustentável" (FAO, 2016).

Ainda, nos últimos anos, pesquisadores têm se concentrado na busca de componentes alimentares naturais com potencial efeito profilático e terapêutico, que além do seu valor nutricional, possuam também propriedades bioativas. Leguminosas como feijão, favas, ervilhas, grão de bico e lentilhas se destacam neste contexto, por seu alto valor nutricional, facilidade de conservação e baixo custo de produção, além de que, seus compostos bioativos são associados a inúmeros benefícios à saúde que auxiliam no combate o aumento mundial de doenças crônicas (diabetes, doenças cardiovasculares, obesidade e câncer) (CARBONARO; MASELLI; NUCARA, 2015; CONTI et al., 2021).

Assim, pesquisas sobre as propriedades nutricionais e agronômicas das leguminosas, juntamente com os avanços no processamento e produção de alimentos, tem evidenciado o papel das leguminosas na alimentação humana, com destaque para

a faba (*Vicia faba* L), cuja produção está de acordo com a crescente conscientização sobre questões de sustentabilidade, sobretudo devido à sua capacidade de estabelecer simbiose com organismos fixadores de nitrogênio, se tornando excelentes fornecedoras, a baixíssimo custo, desse nutriente essencial para os agroecossistemas, melhorando a produtividade das culturas, uso da água e nutrientes caros e finitos, como o fósforo, sendo assim apreciada por suas boas características agronômicas (KÖPKE; NEMECEK, 2010; RISPAIL et al., 2010) e tendo se tornado uma das mais importantes culturas de leguminosas do mundo, sugerindo-se que esta deva se tornar uma importante *commodity* agrícola, contribuindo para beneficiar a saúde humana (DHULL et al., 2022; MULTARI; STEWART; RUSSELL, 2015).

## 2 I ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA FAVA

As favas pertencem à divisão *Spermatophyta*, subdivisão *Angiospermae*, classe *Dicotyledoneae*, subclasse *Rosidae*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, tribo *Vicieae*, gênero *Vicia* e espécie *Vicia faba* L. (CRONQUIST, 1981). Sabe-se que existem mais de 80 espécies diferentes de *V. faba*, divididas em subespécies, denominadas *minor, equaine, major*, havendo, entretanto, variações pouco nítidas entre os tipos, além do fato das características fenotípicas serem fortemente influenciadas pelo ambiente (AKPINAR et al., 2001). É uma espécie de cultivo antigo, com grande variabilidade genética, contudo, em muitos países, apenas dezoito espécies desta planta foram amplamente cultivadas (HOSSAIN e MORTUZA, 2006). Ainda, a planta *V. faba* cultivada em solo de alta radiação apresenta menor teor de CBA (compostos bioativos) quando comparada com as plantas cultivadas em solo saudável, impactando negativamente benefícios medicinais e nutricionais da planta (JOUNI; ABDOLMALEKI; GHANATI, 2012; YANG et al., 2018).

Para as espécies fava, três tipos ou variedades botânicas principais podem ser considerados (NOSWORTHY et al., 2018).

- *Fava Longpod*: É uma variedade de fava com vagens longas e estreitas. As plantas crescem até cerca de 1,2 m de altura e produzem vagens que podem ter até 25 cm de comprimento. As sementes dessa variedade são grandes e têm uma cor marrom clara.

- *Fava Windsor*: Essa variedade de fava é conhecida por suas vagens curtas e grossas, que contêm sementes grandes e suculentas. As plantas crescem até cerca de 1 m de altura e suas vagens podem ter até 10 cm de comprimento. As sementes têm uma cor verde clara.

- *Fava Aquadulce*: Essa variedade de fava é uma das mais antigas e é conhecida por suas qualidades de inverno. As plantas crescem até cerca de 1 m de altura e produzem vagens curtas com sementes cor verde pálido.

Trata-se de uma planta muito antiga, originária do Oriente, especialmente no sudoeste Asiático e no noroeste da Síria entre 6000 e 9000 anos atrás, havendo poucas evidências das origens de sua domesticação, pois seu progenitor selvagem ainda é desconhecido, no entanto, acredita-se que ela já fazia parte da dieta de diferentes povos ainda na Idade da Pedra (TANNO; WILLCOX, 2006). Foi em países como Egito, Itália, China e Índia que o alimento foi popularizado e, de fato, difundido. Feijão fava, Fava italiana, Feijão de lima, Feijão *Windsor*, Fava-de-cavalo, Feijão do campo, Feijão carrapato ou *Tick bean*, "broad bean", "horse bean", 'kalamatar e bakala' são alguns dos nomes pelos quais a leguminosa é conhecida ao redor do mundo (SINGH; BHARATI; PEDAPATI, 2013).

Embora tenha a capacidade de crescer em todas as condições climáticas, se desenvolve melhor em regiões frias, é uma leguminosa de inverno com ciclo anual, podendo ser plantada em sistema de consórcio com outras hortaliças como cenoura e repolho o que traz vantagens aos agricultores porque o rendimento da cultura é maior, podendo ainda ser armazenada por um longo período de tempo e facilmente transportada (LEPSE et al., 2017). Independentemente desses benefícios comerciais, a planta tem a capacidade de ajustar o nitrogênio atmosférico, através de um processo simbiótico com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium*, de onde a planta adquire o nicho ecológico e a fonte de carbono, aumentando assim a fertilidade do solo, requerendo uso de fertilizante somente em solos muito pobres (CHAPAGAIN; RISEMAN, 2015; ZHOU et al., 2018).

É a quarta leguminosa de inverno mais cultivada depois da ervilha, grão de bico e lentilha (KHAZAEI; VANDENBERG, 2020). Em 2019, a produção mundial de favas foi de 5,39 milhões de toneladas, registrando um crescimento anual de 3,8%, conforme apresentado pela EMBRAPA (2022), justificado pela tendência atual da população que busca por alimentos mais saudáveis e fontes proteicas de origem vegetal. O norte da Europa e o norte da África são os principais produtores de fava. Dos mais de 50 países produtores de fava, cerca de 90% da produção está concentrada na Ásia, União Europeia (UE) e região africana (FAO 2020; (RAHATE; MADHUMITA; PRABHAKAR, 2021). O feijão fava é considerado uma cultura importante do ponto de vista ecológico, nutricional e econômico. Em países como Egito, China e Índia, além do uso para ração animal, o consumo das favas encontra-se amplamente difundido na culinária, sendo utilizada como acompanhamento e tempero das principais refeições ou em lanches forma de bolos, pastéis e sopas (XIAO et al., 2021).

Nos países da América Latina, como México, Peru e Brasil, que contam com a maior diversidade de variedades, seu cultivo e consumo tem sido limitado às populações rurais onde são comercializados como grão verde ou seco (MINAM, 2016). No Brasil, a fava é mais encontrada na região Nordeste, e embora a sua produção em todo o país venha crescendo exponencialmente ao longo da última década, há uma carência de estudos que avaliem as características de interesse agroindustrial para dar-lhes maior valor agregado. Assim, a pesquisa e desenvolvimento de produtos que aproveitem os benefícios oferecidos pelas

favas poderão auxiliar o aumento de sua produção, possibilitando a expansão comercial das favas, um alimento de escasso consumo e conhecimento no Brasil, cujo mercado é dominado pelo feijão e soja (FURLAN et al, 2021).

## 3 I PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E ANTI-NUTRICIONAIS DA FAVA

Em termos de qualidade nutricional, o fruto de *V. faba* é um alimento abundante em carboidratos complexos (51-68%), proteínas (20-41%) e gorduras (2,3 a 3,9%), além de fibras dietéticas (25%). Quanto aos micronutrientes, é rica em vitaminas como ácido fólico, niacina, colina e vitamina C, minerais como Ca, P, K, Mg, Na, S, Al, B, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, e Zn também estão presentes na sua composição (Tabela 1) (DHULL et al., 2022).

| Leguminosa | | Proteína | Carboidratos | | | | | | Cinzas | Lipídeo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CT[2] | Ami[3] | Am[4] | FT[5] | FI[6] | FS[7] | | |
| Fava (*Vicia faba* L.) | Média | 27,6 | 66,0 | 40,0 | 34,0 | 12,9 | 15,1 | 1,4 | 3,4 | 1,4 |
| | DP[1] | 3,0 | 5,1 | 3,4 | 6,4 | 9,0 | 4,6 | 1,8 | 0,4 | 0,4 |
| | Min | 22,7 | 55,2 | 28,1 | 18,6 | 6,4 | 10,7 | 0,6 | 2,6 | 0,7 |
| | Max | 34,7 | 71,4 | 47,5 | 44,4 | 34,9 | 30,3 | 7,6 | 4,4 | 3,2 |
| Ervilha (*Pisum sativum* L.) | Média | 23,4 | 63,5 | 44,9 | 29,6 | 14,7 | 11,0 | 2,5 | 3,0 | 1,6 |
| | DP[1] | 2,4 | 7,1 | 1,2 | 3,5 | 2,6 | 0,9 | 1,4 | 0,3 | 0,5 |
| | Min | 18,1 | 52,8 | 42,2 | 19,1 | 12,2 | 9,7 | 1,7 | 2,4 | 1,0 |
| | Max | 27,5 | 70,0 | 46,6 | 31,6 | 19,4 | 12,9 | 5,6 | 3,7 | 2,9 |
| Soja (Glycine max L.) | Média | 40,0 | 28,6 | 2,7 | - | 21,9 | 24,8 | 2,6 | 5,2 | 19,7 |
| | DP[1] | 3,0 | 3,0 | 2,7 | - | 8,3 | 8,6 | 2,3 | 0,6 | 2,2 |
| | Min | 31,5 | 19,7 | 0,2 | - | 13,7 | 15,4 | 0,6 | 3,0 | 14,0 |
| | Max | 46,8 | 33,2 | 6,7 | - | 35,5 | 32,6 | 6,1 | 6,3 | 23,6 |

[1]DP: Desvio Padrão; [2]CT: Carboidratos totais; [3]Ami: Amido; [4]Am: Amilose; [5]FT: Fibras totais; [6]FI: Fibras insolúveis; [7]FS: Fibras solúveis.

Tabela 1. Conteúdo nutricional da fava em comparação a ervilha e soja (g/100 g base seca).

Fonte: Adaptado de MARTINEAU-CÔTÉ et al., 2022.

No que tange ao teor proteico se destaca entre aos alimentos vegetais, pois é cerca de duas vezes o dos cereais e 6 vezes o dos tubérculos (LIU et al., 2017), e como se equivale ao teor de proteína da carne e do peixe, é uma das fontes de proteína mais baratas na maioria dos países em desenvolvimento, onde popularmente são chamadas como “carne de pobre” (FRÜHBECK et al., 1999; MACARULLA et al., 2001; MULTARI; STEWART; RUSSELL, 2015). Embora sejam ricas em proteínas, as favas, assim como as demais leguminosas são fontes limitantes de aminoácidos sulfurados, como triptofano, cisteína e metionina, e abundantes no teor de lisina (Tabela 2), e isso afeta negativamente a qualidade da proteína vegetal. Contudo, como o aminograma de cereais é complementar ao das leguminosas, têm sido demonstrado que a mistura de cereais (ricos em aminoácidos sulfurados e deficientes em lisina e triptofano) e leguminosas (alto teor de lisina e pobre

em aminoácidos sulfurados) pode ser uma forma prática e econômica de complementar o aporte proteico de um alimento ou refeição e tem sido utilizada para fortificação proteica em diferentes produtos alimentícios, como pão, biscoitos e emulsões de óleo em água (LIU; PEI; HEINONEN, 2022; ROSA-SIBAKOV et al., 2016).

| Aminoácido | Semente não madura (mg/100 g) | Semente madura (mg/100 g) |
|---|---|---|
| Triptofano | 0,056 | 0,247 |
| Treonina | 0,208 | 0,928 |
| Isoleucina | 0,251 | 1,053 |
| Leucina | 0,432 | 1,964 |
| Lisina | 0,366 | 1,671 |
| Metionina | 0,043 | 0,213 |
| Cisteina | 0,077 | 0,334 |
| Fenilanina | 0,228 | 1,103 |
| Tirosina | 0,196 | 0,827 |
| Valina | 0,274 | 1,161 |
| Arginina | 0,463 | 2,411 |
| Histidina | 0,134 | 0,664 |
| Alanina | 0,228 | 1,070 |
| Ácido aspártico | 0,631 | 2,916 |
| Ácido glutâmico | 0,855 | 4,437 |
| Glicina | 0,230 | 1,095 |
| Prolina | 0,252 | 1,099 |
| Serina | 0,246 | 1,195 |

Tabela 2. Conteúdo de aminoácidos na fava não madura e madura.

Fonte: USDA, 2021.

As frações proteicas *V. faba* são formadas por globulinas (60%) que formam suas proteínas de armazenamento, albuminas (20%), glutelinas (15%) e prolaminas (8%) (RAHATE; MADHUMITA; PRABHAKAR, 2021). Quanto ao método de extração, suas proteínas podem ser extraídas da farinha da semente por diferentes métodos, atingindo-se o máximo de 92% por extração alcalina. Ainda, tem sido relatado que o descascamento melhora significativamente o teor de proteína, enquanto outros métodos de processamento como imersão, germinação e extrusão tem demonstrado efeito mínimo no teor de proteína. Entre os processamentos térmicos, a tostagem sob pressão de vapor pode ser um tratamento mais adequado para melhorar a degradação da proteína em comparação com a irradiação por micro-ondas (ESPINOSA et al., 2020; HALL; MORARU, 2021).

Apesar de seu alto valor nutricional, *V. faba* contém muitos compostos considerados antinutricionais, como fitatos, taninos condensados, proantocianidinas, oligossacarídeos não digeríveis como rafinose e estaquiose, alcalóides, lectinas e inibidores de proteases

(LUO; XIE; LUO, 2012; LABBA, 2021; NOSWORTHY et al., 2018) e que podem ser responsáveis por reduzir a biodisponibilidade mineral e proteica, diminuindo seu valor nutricional. No entanto, tais fatores antinutricionais podem ser bastante luzreduzidos pela imersão das sementes e pelo processamento térmico, como fervura, torrefação, micro-ondas e fritura, bem como pela fermentação ou tratamento com fitases (DHULL et al., 2022; RAHATE; MADHUMITA; PRABHAKAR, 2021; REVILLA, 2015).

Porém, a fava é associada à doença chamada "favismo" com alta prevalência na região do Mediterrâneo e que é associada diretamente a compostos da fava ou de seus metabólitos, sendo a vicina [2, 6 diamino-4, 5-diidroxipirimidina, 5 (Β-glicopiranosídeo)], e convicina [2, 4, 5-tri hidróxi - 6 -pirimidina, 5 (Β-glicopiransídeo)] considerados os principais responsáveis (DHULL et al., 2022). No favismo, indivíduos suscetíveis demonstram uma deficiência biológica de glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PD), que desempenha um papel fundamental na via de derivação das pentoses monofosfato e é altamente ativa nas hemácias. O NADPH fornece glutationa reduzida, que elimina os radicais livres que causam danos oxidativos. Quando a glutationa reduzida é limitada, as enzimas ativas e as proteínas funcionais são danificadas pelos oxidantes predominantes (LUZZATTO; ARESE, 2018). Indivíduos deficientes em G6PD correm o risco de anemia hemolítica devido ao estresse oxidativo, que é agravado pelo consumo de proteínas de fava (vicina e seu derivado divicina e a convicina). Essa condição resulta em danos aos eritrócitos, o que limita o transporte de ferro. Os sintomas clínicos se expressam como anemia hemolítica com icterícia (hemoglobina metabolizada em bilirrubina), fadiga e falta de energia, respiração prejudicada com pulso fraco e rápido (CRÉPON et al., 2010).

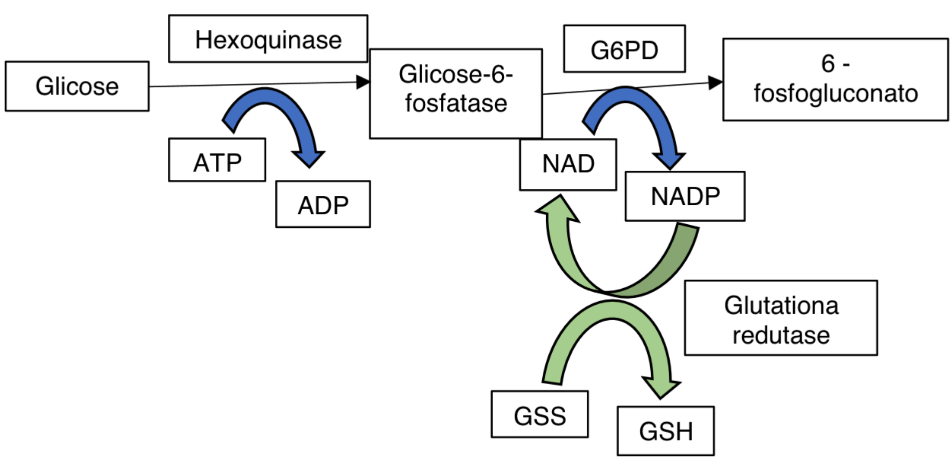



Figura 2. Função da enzima Glicose-6-fosfatase desidrogenase (G6DP) na via metabólica do fosfato pentose. A deficiência da G6DP bloqueia o primeiro passo na via metabólica do fosfato pentose.

Fonte: Adaptado de LUZZATTO; ARESE, 2018.

Procedimentos apropriados de preparo e processamento mostraram consistentemente que os tratamentos térmicos típicos (fervura ou torrefação) usados para amaciar a textura das favas são suficientes para desnaturar proteínas e reduzir alcalóides, reduzindo assim a sua toxicidade, e com isso, evitar sua subutilização (OSMAN et al., 2014). Recentemente, o marcador molecular SNP 316, Intron de Medtr2g009270 (1.851.012 pb) foi identificado para diferenciar entre baixo e alto teor de Vicina-Covicina de genótipos de fava, o qual pode ser utilizado na seleção de sementes para a agricultura, gerando cultivares que possam ser seguros para pacientes propensos ao favismo (KHAZAEI et al., 2019; SONG, 2017).

## 4 I PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA FAVA

As sementes de fava possuem abundância em fitoquímicos bioativos, como substâncias fenólicas, flavonoides, lignanas e terpenoides. Tanto os compostos fenólicos livres quanto os esterificados estão presentes nas favas, como ácido protocatecúico, ácido ferúlico, ácido vanílico, ácido caféico, ácido sinápico, ácido salvianólico, ácido cis- e trans-p-cumárico, ácido hidroxieucomico, ácido eucomico, ácido cafeoilquínico e ácido dicafeoilquínico (ETEMADI et al., 2019; VALENTE et al., 2018).

A recuperação desses compostos pode variar com o uso de diferentes solventes sendo maior quando se utiliza extratos de metanol, enquanto o acetato de etila pode fornecer a menor recuperação desses compostos. A extração de compostos fenólicos usando acetato de etila confirma a presença de catequina ou epicatequina, enquanto a extração de compostos fenólicos usando extratos metanólicos confirma que o teor de fenólicos e flavonoides presentes nas vagens de favas são de alta polaridade, incluindo glicosídeos flavonoides e agliconas mais polares (MEJRI et al., 2018).

Tais compostos presentes no extrato metanólico, identificados por HPLC-PDA-ESI-MS/MS tem demonstrado potencial para diminuir a expressão dos receptores ativados por proliferadores de peroxissoma (PPAR-γ) e da proteína de ligação ao elemento regulador de esteróis (SREBP-1ce) com isso demonstrando propriedades antiobesidade e antidiabéticas (SHARAN et al., 2021). Os mecanismos de ação incluem inibição da α-amilase e a α-glicosidase, regeneração das células β, melhora na resistência à insulina e proteção às ilhotas pancreáticas contra dano oxidativo causado pela hiperglicemia, e assim controlando os níveis de glicose no sangue. Além disso, melhora da disfunção endotelial via atividade da AChE, modulação das citocinas pró-inflamatórias TNF-α, interleucinas (IL-1 e IL-6) e interferon gama (IFN-γ), regulação das complicações da dislipidemia, regulação da a expressão de genes envolvidos no glicometabolismo, metabolismo lipídico, glicação de proteínas e vias de sinalização da insulina e aumento da imunidade (KAWSER HOSSAIN et al., 2016; MEJRI et al., 2018; VINAYAGAM; XU, 2015) .

Ainda, no que diz respeito ao efeito anti-diabético, curiosamente a vicina e divicina, associadas ao favismo, foram consideradas o fator fundamental no efeito antidiabético. Compostos cristalizados de vicina e divicina foram identificados e investigados quanto à eficácia antidiabética em modelos animais, onde foram associados à rápida queda nos níveis de glicose e colesterol no sangue, e os níveis de insulina, lipoproteínas de alta densidade (HDL), e as enzimas antioxidantes superóxido dismutase, catalase, glutationa peroxidase e glutationa-S-transferase mostraram-se todos mais elevados, reforçando as propriedades antidiabéticas e hipolipidêmicas de *V. faba* (PRABHU; RAJESWARI, 2018).

Extratos de favas cruas e torradas estão associados à inibição da atividade da Enzima Conversora de Angiotensina (ECA), e das enzimas a-glicosidase e lipase, que são responsáveis pela digestão de açúcar e lipídios, demonstrando o potencial deste alimento na redução da ocorrência de hipertensão, resposta hiperglicêmica pós-prandial diminuída, e inibição da absorção de gordura, respectivamente. Tais achados estão associados à presença de taninos condensados (proantocianidinas) que são propensos a formar complexos proteicos proantocianidina-enzima (SIAH et al., 2012). As subunidades flavan-3-ol do tipo procianidina e prodelfinidina foram as principais proantocianidinas das favas responsáveis por estes efeitos (SINGH et al., 2013).

Estas pesquisas sugerem que a inclusão de favas na dieta ou de produtos desenvolvidos a partir desta leguminosa sejam úteis a pacientes com doenças crônicas não transmissíveis como obesidade, dislipidemias, hipertensão e sobretudo o diabetes, auxiliando também a reduzir ou prevenir complicações micro e macrovasculares da doença (KUERBAN et al., 2020).

A *V. faba* também pode ser associada a propriedades anticancerígenas em pacientes com câncer de cólon, uma vez que hidrolisados de proteína de *V. faba* demonstraram efeito antitumoral em modelos animais em dosagens modestas (10 mg/kg de peso corporal) e a lectina encontrada em *V. faba*, em particular, enfraquece células de câncer de cólon com um fenótipo maligno, aumentando sua diferenciação morfológica em estruturas semelhantes a glândula, e como resultado a progressão do câncer de cólon é interrompida, sugerindo que a *V. faba* possa ser usada como um adjuvante no tratamento do câncer de cólon (LIMA et al., 2016; PRABHU; RAJESWARI, 2018).

Os pacientes com doença de Parkinson (DP) também podem potencialmente ter benefícios no consumo de *V. faba* uma vez que a fava contém uma grande quantidade de L-3,4-diidroxifenilalanina (L-DOPA) em suas várias partes, principalmente nas vagens e no feijão jovem (50–100 mg aproximadamente), que é precursor do neurotransmissor catecolamina e medicamento usado no tratamento da DP (RIJNTJES, 2019). Apesar de formulações de *V. faba* não terem sido avaliadas em modelos animais da doença de Parkinson, tem sido documentados seus efeitos em humanos, como tempos “on” prolongados com menos discinesia e tempo significativamente reduzido no período “off” e diminuição da dosagem do tratamento de L-DOPA, após uma semana de tratamento com

250 g de favas cozidas duas vezes ao dia (APAYDIN; ERTAN; ZEKMEKI, 2000; RAMYA; THAAKUR, 2007; VERNI; CODA; RIZZELLO, 2019).

Ainda, vem sendo documentando que para os componentes da fava e seus metabólitos em outras propriedades como antifúngicas, antimicrobianas e resistência ao citomegalovírus humano (HCMV) (MEJRI et al., 2018; PRABHU; RAJESWARI, 2018). Como resultado, *V. faba* é considerada uma cultura chave devido às suas propriedades dietéticas, medicinais e agronômicas (Figura 3). Mas deve-se levar em consideração, o local onde a planta cresce, tempo de germinação e variedade, que repercutem em variações no perfil nutricional e de compostos bioativos da leguminosa (JOHNSON et al., 2020).  Assim, a fava e outras leguminosas podem contribuir na indústria de alimentos e rações não apenas como uma fonte barata de nutrientes, mas também por beneficiar a saúde humana  (BASHI et al., 2019).

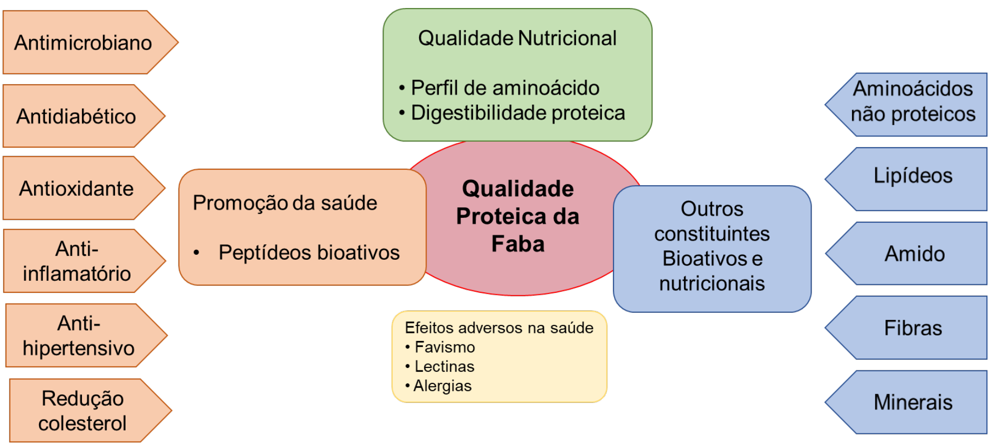



Figura 3. Propriedades da faba para a promoção da saúde, qualidade nutricional, constituintes bioativos e seus efeitos adversos na saúde.

Fonte: Adaptado de MARTINEAU-CÔTÉ et al., 2022.

## 5 I  INDUSTRIALIZADOS DA FAVA

Artigos científicos mostram a utilização de favas em fórmulas alimentares à base de cereais, sejam cruas ou processadas, vem sendo explorada há muitos anos, visando melhorar o teor proteico quanto equilibrar o aminograma destes produtos (Figura 4). A adição de farinha de fava e isolados de proteína ou amido foi relatado em massas (ROSA-SIBAKOV et al., 2016; TAZRART et al., 2016), espaguete (GIMÉNEZ et al., 2013), pão (SOZER et al., 2019), tofu (JIANG et al., 2020; ZEE et al., 1987), iogurte (JIANG et al., 2020), como substituto parcial de carne/gordura salgados tipo risóles de carne bovina (SULAIMAN et al., 2018), substituto de gema de ovo em maionese (OURAJI et al., 2020) e produtos análogos de carne (SALDANHA DO CARMO et al., 2021), bem como em concentrados e isolados proteicos (FELIX et al., 2018; SINGHAL et al., 2016).

Porém, embora seja considerada uma fonte promissora no mercado *plant based*, sabe-se que a fava ainda é uma matéria-prima subutilizada na formulação de produtos, pelos desafios relacionados principalmente aos atributos sensoriais e às propriedades tecnofuncionais quando comparadas com proteínas animais, além dos seus fatores antinutricionais (NIVALA et al., 2021).

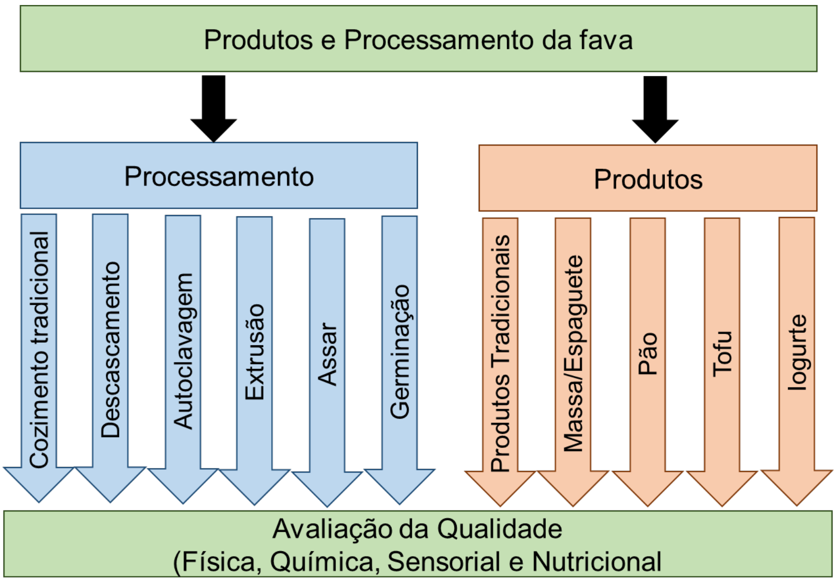



Figura 4. Métodos para o processamento da fava e produtos selecionados e avaliação da qualidade.

Fonte: Adaptado de DHULL et al., 2022.

Portanto, várias estratégias tem sido desenvolvidas para melhorar suas propriedades nutricionais, sensoriais e tecno-funcionais, podendo-se citar tratamentos que visam a facilidade na moagem e redução da dureza das sementes, separação, desengorduramento, aumento na taxa de recuperação proteica, inativação de fatores antinutricionais, melhora na digestibilidade, entre outras (RAHATE; MADHUMITA; PRABHAKAR, 2021). Estas envolvem remolho, retiradas das cascas, ultrassom, microfiltragem, tratamento térmico, extrusão, hidrólise enzimática, diferentes tipos de fermentação entre outras, que podem também se refletir em perdas de alguns nutrientes, aumento no consumo de energia e uso de solventes, que podem ser consideradas desfavoráveis e sua aplicação na formulação de alimentos da qualidade da proteína e, portanto, seu uso na indústria de alimentos, deve ser bem avaliado (BOUKID; CASTELLARI, 2022).

Desta forma, após a escolha do método mais apropriado, as favas são ingredientes com grande potencial para o uso em diversos produtos ricos em proteínas como uma alternativa para substituir as proteínas derivadas de animais, o que se alinha bem com as tendências de consumo em mudança e as necessidades ecológicas atuais (DHULL et al., 2022).

## REFERÊNCIAS


AKPINAR, N., Akpinar, M.A. and Türkoğlu, S. 2001. Total lipid content and fatty acid composition of the seeds of some Vicia L. species**. Food Chemistry** 74(4): 449- 453.

APAYDIN, H.; ERTAN, S.; ZEKMEKI, S. Broad bean (Vicia faba) A natural source of L-dopa-prolongs ”on” periods in patients with Parkinson’s disease who have ”on-off” fluctuations. **Movement Disorders**, v. 15, n. 1, p. 164–166, jan. 2000.

Bashi, Z., McCullough, R., Ong, L., & Ramirez, M. (2019). Alternative proteins: The race for market share is on. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/alternative-proteins-the-race-for-market-share-is-on#/> Accessed Jun 01, 2023.

BOUKID, F.; CASTELLARI, M. How can processing technologies boost the application of faba bean (*Vicia faba* L.) proteins in food production? **eFood**, v. 3, n. 3, 4 jun. 2022.

CARBONARO, M.; MASELLI, P.; NUCARA, A. Structural aspects of legume proteins and nutraceutical properties. **Food Research International**, v. 76, p. 19–30, out. 2015.

CHAPAGAIN, T.; RISEMAN, A. Nitrogen and carbon transformations, water use efficiency and ecosystem productivity in monocultures and wheat-bean intercropping systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 101, n. 1, p. 107–121, 10 jan. 2015.

CONTI, M. V. et al. Bioactive compounds in legumes: Implications for sustainable nutrition and health in the elderly population. **Trends in Food Science & Technology**, v. 117, p. 139–147, nov. 2021.

CRÉPON, K. et al. Nutritional value of faba bean (Vicia faba L.) seeds for feed and food. **Field Crops Research**, v. 115, n. 3, p. 329–339, fev. 2010.

CRONQUIST, A. (1981) An Integrated System of Classification of Flowering Plants. **Columbia University Press**, New York, 248-250.

DHULL, S. B. et al. A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). **Legume Science**, v. 4, n. 3, 28 set. 2022.

EMBRAPA. (2022). Brazil’s agricultural land, cropping frequency and second crop area: FAOSTAT statistics and new estimates. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232085/1/Novaes-Brazil-agricultural-2022.pdf (acessado em 13/06/2023).

ESPINOSA, M. E. R. et al. Effect of heat processing methods on the protein molecular structure, physicochemical, and nutritional characteristics of faba bean (low and normal tannin) grown in western Canada. **Animal Feed Science and Technology**, v. 269, p. 114681, nov. 2020.

ETEMADI, F. et al. Agronomy, Nutritional Value, and Medicinal Application of Faba Bean (Vicia faba L.). **Horticultural Plant Journal**, v. 5, n. 4, p. 170–182, jul. 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization. (2016*).* The International Year of Pulses*.* http://fao.org/pulses/en/. Accessed May 23, 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization. (2020). Crop Production and Trade Data. http://www.fao.org/faostat/en/#data (acessado em 30/12/2020).

FELIX, M. et al. Faba bean protein flour obtained by densification: A sustainable method to develop protein concentrates with food applications. **LWT**, v. 93, p. 563–569, jul. 2018.

FRÜHBECK, G. et al. Hormone-related, muscle-specific changes in protein metabolism and fiber type profile after faba bean intake. **Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 3, p. 852–859, 1 mar. 1999.

FURLAN, Luisa Campigli; CLERICI, Maria Teresa Pedrosa Silva; REYES, Rebeca Salvador. Caracterização E Avaliação Do Potencial De Uso Das Farinhas De Favas Peruanas Na Produção De Pães De Forma. In: XXIX Congresso De **Iniciação Científica Da Unicamp,** 2021, Campinas. Disponível em: <https://proceedings.science/pibic-2021/papers/caracterizacao-e-avaliacao-do-potencial-de-uso-das-farinhas-de-favas-peruanas-na-producao-de-paes-de-forma?lang=pt-br>. Acesso em: 23 maio. 2022.

GIMÉNEZ, M. A. et al. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (Vicia faba) spaghetti type pasta. **Food Chemistry**, v. 136, n. 2, p. 538–545, jan. 2013.

HALL, A. E.; MORARU, C. I. Effect of High Pressure Processing and heat treatment on in vitro digestibility and trypsin inhibitor activity in lentil and faba bean protein concentrates. **LWT**, v. 152, p. 112342, dez. 2021.

HOSSAIN, M. S.; MORTUZA, G. Chemical Composition of Kalimatar, a Locally Grown Strain of Faba Bean (Vicia faba L.). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 9, p. 1817–1822, 15 abr. 2006.

JIANG, Z.-Q. et al. Preparation and Characterization of Emulsion Gels from Whole Faba Bean Flour. **Foods**, v. 9, n. 6, p. 755, 7 jun. 2020.

JOHNSON, J. B. et al. Profiling the varietal antioxidative contents and macrochemical composition in Australian faba beans (*Vicia faba* L.). **Legume Science**, v. 2, n. 2, 12 jun. 2020.

JOUNI, F. J.; ABDOLMALEKI, P.; GHANATI, F. Oxidative stress in broad bean (*Vicia faba* L.) induced by static magnetic field under natural radioactivity. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 741, n. 1–2, p. 116–121, jan. 2012.

KAWSER HOSSAIN, M. et al. Molecular Mechanisms of the Anti-Obesity and Anti-Diabetic Properties of Flavonoids. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 4, p. 569, 15 abr. 2016.

KHAZAEI, H. et al. Eliminating vicine and convicine, the main anti-nutritional factors restricting faba bean usage. **Trends in Food Science & Technology**, v. 91, p. 549–556, set. 2019.

KHAZAEI, H.; VANDENBERG, A. Seed Mineral Composition and Protein Content of Faba Beans (*Vicia faba* L.) with Contrasting Tannin Contents. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 511, 3 abr. 2020.

KÖPKE, U.; NEMECEK, T. Ecological services of faba bean. **Field Crops Research**, v. 115, n. 3, p. 217–233, fev. 2010.

KUERBAN, A.; AL-GHAFARI, A. B.; ALGHAMADI, S. A.; SYED, F. Q.; MIRZA, M. B.; MOHAMMED, F. A.; ABULNAJA, K. O.; ALSHAIBI, H. F.; ALSUFIANI, H. M.; KUMOSANI, T. A.; AL-MALKI, A. L.; MOSELHY, S. S. Potential antiglycation, antioxidant and antiproliferative activities of *Vicia faba* peptides. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 14, p. 2155–2162, abr. 2020.

LEPSE, L. et al. Evaluation of vegetable-faba bean (*Vicia faba* L.) intercropping under Latvian agro-ecological conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 13, p. 4334–4342, out. 2017.

LIMA, A. I. G. et al. Legume seeds and colorectal cancer revisited: Protease inhibitors reduce MMP-9 activity and colon cancer cell migration. **Food Chemistry**, v. 197, p. 30–38, abr. 2016.

LIU, C.; PEI, R.; HEINONEN, M. Faba bean protein: A promising plant-based emulsifier for improving physical and oxidative stabilities of oil-in-water emulsions. **Food Chemistry**, v. 369, p. 130879, fev. 2022.

LIU, Y. et al. Structure and function of seed storage proteins in faba bean (Vicia faba L.). **3 Biotech**, v. 7, n. 1, p. 74, 27 maio 2017.

LUO, Y.; XIE, W.; LUO, F. Effect of Several Germination Treatments on Phosphatases Activities and Degradation of Phytate in Faba Bean (*Vicia faba* L.) and Azuki Bean (*Vigna angularis* L.). **Journal of Food Science**, v. 77, n. 10, p. C1023–C1029, out. 2012.

LUZZATTO, L.; ARESE, P. Favism and Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency. **New England Journal of Medicine**, v. 378, n. 1, p. 60–71, 4 jan. 2018.

MACARULLA, M. T. et al. Effects of the whole seed and a protein isolate of faba bean (*Vicia faba*) on the cholesterol metabolism of hypercholesterolaemic rats. **British Journal of Nutrition**, v. 85, n. 5, p. 607–614, 9 maio 2001.

MARTINEAU-CÔTÉ, D. et al. Faba Bean: An Untapped Source of Quality Plant Proteins and Bioactives. **Nutrients**, v. 14, n. 8, p. 1541, 7 abr. 2022.

MAYER LABBA, I.-C.; FRØKIÆR, H.; SANDBERG, A.-S. Nutritional and antinutritional composition of fava bean (Vicia faba L., var. minor) cultivars. **Food Research International**, v. 140, p. 110038, fev. 2021.

MEJRI, F. et al. Broad bean (*Vicia faba* L.) pods: a rich source of bioactive ingredients with antimicrobial, antioxidant, enzyme inhibitory, anti-diabetic and health-promoting properties. **Food & Function**, v. 9, n. 4, p. 2051–2069, 2018.

MINAM. Ministério de Agricultura e Riego. Leguminosas de Grano Cultivares y Clases Comerciales del Perú. 1a edição. Lima, Perú, 2016. Disponível em: <http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

MULTARI, S.; STEWART, D.; RUSSELL, W. R. Potential of Fava Bean as Future Protein Supply to Partially Replace Meat Intake in the Human Diet. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 5, p. 511–522, set. 2015.

NIVALA, O. et al. The effect of heat and transglutaminase treatment on emulsifying and gelling properties of faba bean protein isolate. **LWT**, v. 139, p. 110517, mar. 2021.

NOSWORTHY, M. et al. Effect of Processing on the In Vitro and In Vivo Protein Quality of Beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vicia Faba*). **Nutrients**, v. 10, n. 6, p. 671, 25 maio 2018.

OSMAN, A. M. A. et al. Effects of gamma irradiation and/or cooking on nutritional quality of faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars seeds. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 8, p. 1554–1560, 6 ago. 2014.

OURAJI, M. et al. Faba bean protein in reduced fat/cholesterol mayonnaise: extraction and physico-chemical modification process. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 5, p. 1774–1785, 14 maio 2020.

PRABHU, S.; RAJESWARI, D. **Nutritional and Biological properties of Vicia faba L.: A perspective reviewInternational Food Research Journal**. [s.l: s.n.].

RAHATE, K. A.; MADHUMITA, M.; PRABHAKAR, P. K. Nutritional composition, anti-nutritional factors, pretreatments-cum-processing impact and food formulation potential of faba bean (Vicia faba L.): A comprehensive review. **LWT**, v. 138, p. 110796, mar. 2021.

RAMYA, K. B.; THAAKUR, S. Herbs containing L- Dopa: An update. **Ancient science of life**, v. 27, n. 1, p. 50–5, jul. 2007.

REVILLA, I. Impact of Thermal Processing on Faba Bean (Vicia faba) Composition. Em: **Processing and Impact on Active Components in Food**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 337–343.

RIJNTJES, M. Knowing Your Beans in Parkinson's Disease: A Critical Assessment of Current Knowledge about Different Beans and Their Compounds in the Treatment of Parkinson's Disease and in Animal Models. **Parkinson's Disease**, v. 2019, p. 1–9, 30 out. 2019.

RISPAIL, N. et al. Model legumes contribute to faba bean breeding. **Field Crops Research**, v. 115, n. 3, p. 253–269, fev. 2010.

ROSA-SIBAKOV, N. et al. Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 67, p. 27–36, abr. 2016.

SALDANHA, C. C. et al. Meat analogues from a faba bean concentrate can be generated by high moisture extrusion. **Future Foods**, v. 3, p. 100014, jun. 2021.

SHARAN, S.; ZANGHELINI, G.; ZOTZEL, J.; BONERZ, D.; ASCHOFF, J.; SAINT-EVE, A.; MAILLARD, M.N. Fava bean (*Vicia faba* L.) for food applications: From seed to ingredient processing and its effect on functional properties, antinutritional factors, flavor, and color. **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, v. 20, p. 401–428, jan. 2021.

SIAH, S. D.; KONCZAK, I.; AGBOOLA, S.; WOOD, J. A.; BLANCHARD, C. L. In vitro investigations of the potential health benefits of Australian-grown faba beans (Vicia faba L.): chemopreventative capacity and inhibitory effects on the angiotensin-converting enzyme, α-glucosidase and lipase. **Br. J. Nutr.**, v. 108, n. 1 p. S123-134, ago. 2012

SINGH, A. K.; BHARATI, R.; PEDAPATI, A. An assessment of faba bean (Vicia faba L.) current status and future prospect Evaluation and maintenance of germplasm of chewing tobacco View project Improving late sown lentil production through hormons View project. **Article in African Journal of Agricultural Research**, 2013.

SINGHAL, A. et al. Effect of genotype on the physicochemical and functional attributes of faba bean (Vicia faba L.) protein isolates. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 6, p. 1513–1522, 31 dez. 2016.

SONG, M. Preventing Favism by Selecting Faba Bean Mutants Using Molecular Markers. **STEM Fellowship Journal**, v. 3, n. 1, p. 2–6, 1 fev. 2017.

SOZER, N. et al. Lactic Acid Fermentation as a Pre-Treatment Process for Faba Bean Flour and Its Effect on Textural, Structural and Nutritional Properties of Protein-Enriched Gluten-Free Faba Bean Breads. **Foods**, v. 8, n. 10, p. 431, 21 set. 2019.

SULAIMAN, N. et al. *Vicia faba*: a cheap and sustainable source of protein and its application in beef products. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 77, n. OCE4, p. E137, 5 out. 2018.

TANNO, K.; WILLCOX, G. The origins of cultivation of Cicer arietinum L. and Vicia faba L.: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium b.p. **Vegetation History and Archaeobotany**, v. 15, n. 3, p. 197–204, 4 jun. 2006.

TAZRART, K. et al. Nutrient composition and in vitro digestibility of fresh pasta enriched with Vicia faba. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 47, p. 8–15, abr. 2016.

USDA (US Dept of Agriculture). (2021). Food Data Central (Nutrient Database). https://fdc.nal.usda.gov/ (accessed on January 26, 2021).

VALENTE, I. M. et al. Profiling of phenolic compounds and antioxidant properties of European varieties and cultivars of Vicia faba L. pods. **Phytochemistry**, v. 152, p. 223–229, ago. 2018.

VERNI, M.; CODA, R.; RIZZELLO, C. G. The Use of Faba Bean Flour to Improve the Nutritional and Functional Features of Cereal-Based Foods: Perspectives and Future Strategies. Em: **Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention**. [s.l.] Elsevier, 2019. p. 465–475.

VINAYAGAM, R.; XU, B. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: a cellular mechanism review. **Nutrition & Metabolism**, v. 12, n. 1, p. 60, 23 dez. 2015.

XIAO, J. et al. Yield performance and optimal nitrogen and phosphorus application rates in wheat and faba bean intercropping. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 11, p. 3012–3025, nov. 2021.

YANG, J.; LIU, G.; ZENG, H.; CHEN, L. Effects of high pressure homogenization on faba bean protein aggregation in relation to solubility and interfacial properties. **Food Hydrocolloids**, v. 83, p. 275-286, out. 2018.

ZEE, J. A. et al. Utilisation de la féverole dans la fabrication du tofu. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 20, n. 4, p. 260–266, out. 1987.

ZHOU, R. et al. Phenotyping of faba beans (Vicia faba L.) under cold and heat stresses using chlorophyll fluorescence. **Euphytica**, v. 214, n. 4, p. 68, 14 abr. 2018.

**CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL -** Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), Licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020) pela Universidade Estácio de Sá, MBA executivo em Gestão de Restaurantes (2021), especialização em Segurança Alimentar (2021), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa ''Qualidade de Alimentos''. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria e participa de projetos de pesquisa e extensão na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de garantia e controle de qualidade dos alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

ÍNDICE REMISSIVO

# Alimentos e nutrição:

## Promoção da saúde e equipe multiprofissional 2


www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023

# Alimentos e nutrição:

## Promoção da saúde e equipe multiprofissional 2


www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023